

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

 Лейфа А.В. Лейфа

« 1 » сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»

Научная специальность 2.4.3 - Электроэнергетика

Год набора – 2022

Год обучения – 4

Общая трудоемкость дисциплины 72.0 (академ. час), 2.00 (з.е)

Составитель Н.В. Савина, профессор, д-р техн. наук

Энергетический факультет

Кафедра энергетики

Рабочая программа составлена на основании Федеральных государственных требований по научной специальности от 20.10.21 № 951

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры энергетики

01.09.2022 г. , протокол № 1

Заведующий кафедрой Савина Н.В. Савина

СОГЛАСОВАНО

Зав. отделом докторантуры и аспирантуры

Сизова Е.С. Сизова

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Савина Н.В. Савина

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Годосейчук А.А. Годосейчук

« 1 » сентября 2022 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Целью дисциплины «Электроэнергетика» является формирование систематизированных углубленных знаний в области электрических станций и электроэнергетических систем, их структуры и параметров, особенностей поведения, приобретение аспирантами навыков исследования электрических станций, электроэнергетических систем, электрических сетей и систем электроснабжения. Эти знания позволят аспирантам успешно решать задачи в профессиональной деятельности, связанной с научными исследованиями, планированием развития, проектированием и эксплуатацией электрических станций, электроэнергетических систем и их подсистем.

Задачи дисциплины:

Задачи дисциплины, реализующие указанные цели, следующие:

- Изучение научных основ построения электроэнергетических систем, технологий их анализа и синтеза, принципов и методов реализации оптимальных технических решений при проектировании и функционировании электроэнергетических систем.
- Получение знаний в области функционирования подсистем ЭЭС: электрических станций, электрических сетей, систем электроснабжения.
- Изучение переходных процессов, протекающих в ЭЭС и их особенностей.
- Формирование профессиональных компетенций по исследованию ЭЭС и их подсистем, методов расчета и анализа режимов электроэнергетических систем и электрических сетей, по их управлению.
- Изучение автоматического управления ЭЭС и релейной защиты, особенностей их функционирования.
- Овладение навыками анализа режимных параметров и устойчивости электроэнергетических систем.
- Подготовка к сдаче кандидатского экзамена по научной специальности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Электроэнергетика» входит в Блок 2.1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Дисциплина базируется на дисциплинах направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника», входящих в основную образовательную программу ВО магистров или специалистов.

При изучении дисциплины аспирантами осуществляется приобретение знаний, умений и навыков по исследованию, проектированию и эксплуатации электрических станций и подстанций, электроэнергетических систем, электрических сетей и систем электроснабжения, применение полученных знаний в научной, практической и преподавательской деятельности.

3. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.00 зачетных единицы, 72.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины

3 – Год обучения

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – ПЗ (Практические занятия)

4.3 – Самостоятельная работа (в академических часах)

5 – Формы текущего контроля успеваемости (по семестрам), Форма промежуточной аттестации (по семестрам)

1	2	3	4			5
			4.1	4.2	4.3	
1	Электроэнергетические системы и электрические сети	4	2	2	15	Собеседование по темам раздела. Отчет по практическому заданию
2	Переходные процессы в электроэнергетических системах	4	2	2	9	Собеседование по темам раздела. Отчет по практическому заданию
5	Электрические станции	4	2	2	10	Собеседование по темам раздела. Отчет по практическому заданию
6	Системы электроснабжения	4			10	Собеседование по темам раздела
7	Релейная защита и автоматизация ЭЭС	4	2	2	12	Собеседование по темам раздела. Отчет по практическому заданию
8	Индивидуальная контактная работа (ИнКР)	4				
9	Промежуточная аттестация	4				Экзамен

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Электроэнергетические системы и электрические сети	<p>Тема 1. Общие сведения об электроэнергетических системах</p> <p>Общая характеристика электроэнергетической системы. История и закономерности развития электроэнергетических систем (ЭЭС). Энергетика как большая система. Современное состояние электроэнергетических систем и их характерные особенности. Структура и подсистемы ЭЭС.</p> <p>Тема 2. Электрические сети</p> <p>Общие сведения об электрических сетях, их классификации и свойствах. Характеристики и параметры элементов электрической сети. Схемы замещения элементов электрических сетей. Представление элементов сети математическими моделями при расчетах нормальных режимов электрических сетей.</p> <p>Условия работы и конструктивное исполнение воздушных и кабельных линий электрических сетей. Основные сведения о проектировании конструктивной части воздушных линий. Кабельно-воздушные линии.</p> <p>Элементы теории передачи энергии по линиям электрической сети. Характеристика методов расчета установившихся режимов. Расчеты</p>

		<p>установившихся режимов электрических сетей, требования к режимам. Анализ режимов. Регулирование режимов электрических сетей. Программно- вычислительные комплексы по расчету режимов и их характеристика.</p> <p>Основы технико- экономических расчетов электрических сетей. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах, электрических сетях.</p> <p>Проектирование электрических сетей. Выбор основных параметров электрических сетей при проектировании. Выбор схемы развития электрической сети. Выбор сечений проводников. Сравнительная характеристика методов выбора и проверки сечений проводов воздушных линий, кабельных линий. Выбор числа и типа силовых трансформаторов, их мощности. Их характеристики и конструктивное исполнение. Управление потоками активной и реактивной мощности в электрических сетях.</p> <p>Особенности расчетов электрических режимов протяженных электропередач переменного и постоянного тока. Электрические параметры протяженных линий электропередачи. Пути, методы и средства увеличения пропускной способности и экономичности работы дальних электропередач. Особые режимы электропередачи переменного и постоянного тока.</p> <p>Режимы заземления нейтралей в сетях различного напряжения. Заземляющие устройства электроустановок.</p> <p>Тема 3. Исследование развития электроэнергетических систем</p> <p>Глобальные тенденции в развитии ЭЭС. Проблема и задачи обоснования развития ЭЭС. Методические основы обоснования развития ЭЭС. Исследование условий развития ЭЭС. Модели оптимального развития электроэнергетических систем. Системный подход. Общий критерий оптимального развития. Виды представления информации. Иерархическое построение ЭЭС. Основные типы задач развития энергосистем. Методы прогнозирования их развития. Особенности оптимизации структуры ЭЭС при ее проектировании и развитии. Анализ условий функционирования будущих ЭЭС. Интеллектуальная электро- энергетическая система с активно- адаптивной сетью. Информационное и программное обеспечение задач развития ЭЭС.</p>
2	Переходные процессы в электроэнергетических системах	<p>Тема 4. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах</p> <p>Причины, вызывающие переходные процессы в электроэнергетических системах (ЭЭС).</p>

	<p>Физическая природа переходных процессов в ЭЭС. Основные характеристики элементов ЭЭС и их математические модели, используемые при исследовании переходных процессов.</p> <p>Виды возмущений, вызывающих переходные процессы в ЭЭС. Их отражение в схемах замещения ЭЭС, в том числе короткие замыкания (КЗ), сложные виды повреждений. Составление схем замещения для расчетов, применяемые допущения. Практические методы расчета токов КЗ. Особенности расчета токов КЗ в электроустановках переменного и постоянного тока напряжением до 1 кВ.</p> <p>Общие уравнения, описывающие переходные процессы в электрических машинах. Преобразования координат.</p> <p>Переходные процессы при коротких замыканиях в сетях, содержащих длинные линии, установки продольной компенсации, линейные, и нелинейные регулирующие элементы.</p> <p>Термическое и динамическое воздействие токов короткого замыкания.</p> <p>Прогнозирование уровней токов короткого замыкания. Оптимизация уровней токов короткого замыкания. Методы и средства ограничения токов короткого замыкания. Координация уровней токов короткого замыкания в электрических сетях электроэнергетических систем.</p> <p>Программное обеспечение расчета переходных процессов.</p> <p>Тема 5. Электромеханические переходные процессы</p> <p>Современная теория устойчивости. Понятие о первом и втором (прямом) методах Ляпунова. Практические критерии статической устойчивости. Упрощенные критерии динамической и результирующей устойчивости в простейшей ЭЭС. Протекание процесса во времени при больших и малых возмущениях.</p> <p>Исследование статической устойчивости простейшей нерегулируемой ЭЭС методом малых колебаний. Статическая устойчивость системы с регулируемым возбуждением. Переходные процессы в узлах нагрузки при малых и больших возмущениях.</p> <p>Характеристики многомашинной ЭЭС. Устойчивость нормальных режимов сложных систем. Изменение частоты и мощности в ЭЭС. Динамическая устойчивость ЭЭС. Переходные процессы и устойчивость систем, объединенных слабыми связями. Асинхронные режимы, ресинхронизация и результирующая устойчивость. Методические и нормативные указания по анализу</p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<p>переходных процессов и устойчивости ЭЭС. Мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в ЭЭС.</p>
3	Электрические станции	<p>Тема 6. Электрические станции и режимы работы их основного оборудования</p> <p>Особенности технологического процесса функционирования электрических станций различного типа. Обеспечение экологической безопасности при эксплуатации электрических станций. Типы графиков электрических нагрузок, расчет их основных показателей. Регулирование графиков нагрузки электрических станций. Влияние роста единичной мощности генераторов, силовых трансформаторов, электродвигателей и электростанций в целом на построение схем электрических соединений электростанций.</p> <p>Назначение структурных схем электрических станций, их основные составляющие. Особенности структуры главных схем и схем собственных нужд электростанций различного типа.</p> <p>Эксплуатационные характеристики и конструктивные особенности аппаратов, токоведущих элементов и контактных соединений. Заземляющие устройства электроустановок.</p> <p>Системы охлаждения и возбуждения синхронных генераторов и компенсаторов. Режимы работы синхронных генераторов, синхронных компенсаторов и их систем возбуждения.</p> <p>Методика анализа режимов работы синхронных машин. Режимы работы асинхронных электродвигателей собственных нужд электростанций в нормальных и аномальных условиях. Режимы работы силовых трансформаторов и автотрансформаторов на электростанциях и подстанциях.</p> <p>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.</p> <p>Тема 7. Проектирование электростанций</p> <p>Основы проектирования электростанций. Проектирование главной электрической схемы. Проектирование электроустановок собственных нужд. Проектирование системы управления.</p> <p>Конструкции распределительных устройств. Основные характеристики комплектных распределительных устройств (КРУ) и КРУЭ. Компоновка электрических станций и подстанций.</p> <p>Термическое и динамическое воздействие токов короткого замыкания на электро- оборудование и токоведущие части станций. Причины, которые могут приводить к необходимости ограничения</p>

		<p>токов короткого замыкания в цепи генераторного напряжения станций. Методы и средства ограничения токов короткого замыкания, координация уровней токов короткого замыкания на электрических станциях. Методики выбора электрических аппаратов и их анализ. Выбор и проверка аппаратов и токоведущих частей электрических станций.</p> <p>Методы оценки технико-экономических показателей и надежности схем электрических соединений электроустановок, структурных схем и схем распределительных устройств электростанций.</p>
4	Релейная защита и автоматизация ЭЭС	<p>Тема 10. Автоматическое управление электроэнергетическими системами</p> <p>Повреждения и ненормальные режимы работы электроэнергетических систем. Задачи и алгоритмы управления энергетической системой и ее элементами. Программно-технические комплексы автоматических и автоматизированных систем управления. Иерархические структуры систем управления. Терминалы противоаварийной автоматики. Ближнее и дальнее резервирование. Работа при разных видах повреждений. Локальные и распределенные системы противоаварийной автоматики.</p> <p>Автоматические переключения в электроэнергетических системах (ввод резерва, повторное включение, частотная разгрузка, балансирующие отключения).</p> <p>Автоматическое регулирование напряжения и распределение реактивной мощности. Регуляторы возбуждения и коэффициент трансформации.</p> <p>Автоматическое регулирование частоты и распределение активной мощности. Регуляторы частоты вращения.</p> <p>Комплексы сбора, передачи и отображения оперативной и аварийной информации. Первичные и вторичные измерительные преобразователи электрических величин. Цепи вторичной коммутации энергетических объектов. Каналы межобъектовой связи. Способы обеспечения помехоустойчивости, корректирующие коды. Протоколы передачи информации.</p> <p>Тема 11. Релейная защита</p> <p>Современная номенклатура устройств релейной защиты. Релейная защита синхронных генераторов, трансформаторов, двигателей, шин, воздушных и кабельных линий электропередачи с различными способами заземления нейтрали. Принципы построения и взаимодействие комплектов защиты. Системы релейной защиты и противоаварийной автоматики с каналами связи.</p>

		Терминалы релейной защиты. Системы сигнализации, регистрации и цифрового осциллографирования. Системы оперативного тока. Микропроцессорные средства и их применение в устройствах защит на электрических станциях, в электрических сетях, системах электроснабжения.
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Исследование электрических сетей и условий их функционирования	Исследование электрических сетей и условий их функционирования
Исследование переходных процессов в ЭЭС	Исследование переходных процессов в ЭЭС
Исследование функционирования электрических станций	Исследование функционирования электрических станций
Исследование функционирования релейной защиты противоаварийной и системной автоматики	Исследование функционирования релейной защиты противоаварийной и системной автоматики

5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Электроэнергетические системы и электрические сети	Подготовка к собеседованию по темам раздела; проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение; подготовка отчета по практическому заданию	15
2	Переходные процессы в электроэнергетических системах	Подготовка к собеседованию по темам раздела; проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение	9
3	Электрические станции	Подготовка к собеседованию по темам раздела проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение	10
4	Системы электроснабжения	Подготовка к собеседованию по темам раздела проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение	10
5	Релейная защита и автоматизация ЭЭС	Подготовка к собеседованию по темам раздела проработка материала, вынесенного на	12

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации данной дисциплины используются традиционные и современные образовательные технологии. Из современных образовательных технологий применяются информационные и компьютерные технологии с привлечением к преподаванию мультимедийной техники, технологии активного обучения, проблемного обучения. Применяются следующие активные и интерактивные формы проведения занятий: проблемные ситуации, компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а так же методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Электроэнергетика».

Система оценочных средств и технологий для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине приведена в фонде оценочных средств.

Система оценочных средств и технологий для проведения промежуточной аттестации включает вопросы к кандидатскому экзамену по дисциплине «Электроэнергетика».

Примерный перечень вопросов к зачету кандидатскому экзамену по дисциплине «Электроэнергетика»:

1. Общая характеристика электроэнергетической системы.
2. История и закономерности развития электроэнергетических систем.
3. Современное состояние электроэнергетических систем и их характерные особенности.
4. Структура и подсистемы ЭЭС.
5. Классификация электрических сетей.
6. Свойства электрических сетей.
7. Характеристики и параметры элементов электрической сети.
8. Схемы замещения элементов электрических сетей.
9. Представление элементов сети математическими моделями при расчетах нормальных режимов электрических сетей.
10. Конструктивное исполнение воздушных линий электрических сетей.
11. Конструктивное исполнение кабельных линий.
12. Кабельно-воздушные линии.
13. Основные сведения о проектировании конструктивной части воздушных линий.
14. Характеристика методов расчета установившихся режимов.
15. Расчеты установившихся режимов электрических сетей различных конфигураций, требования к режимам.
16. Анализ режимов.
17. Регулирование параметров режимов электрических сетей.
18. Программно-вычислительные комплексы по расчету режимов и их характеристика.
19. Основы технико-экономических расчетов электрических сетей.
20. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах, электрических сетях.
21. Проектирование электрических сетей, общие подходы, основные задачи.
22. Выбор схемы развития электрической сети.
23. Сравнительная характеристика методов выбора и проверки сечений проводов воздушных линий, кабельных линий.
24. Выбор числа и типа силовых трансформаторов, их мощности.
25. Характеристики и конструктивное исполнение силовых трансформаторов и автотрансформаторов.
26. Управление потоками активной и реактивной мощности в электрических сетях.

27. Особенности расчетов электрических режимов протяженных электропередач переменного и постоянного тока.
28. Электрические параметры протяженных линий электропередачи.
29. Пути, методы и средства увеличения пропускной способности и экономичности работы дальних электропередач.
30. Особые режимы электропередачи переменного и постоянного тока.
31. Режимы заземления нейтралей в сетях различного напряжения.
32. Заземляющие устройства электроустановок.
33. Проблема и задачи обоснования развития ЭЭС.
34. Методические основы обоснования развития ЭЭС.
35. Исследование условий развития ЭЭС.
36. Модели оптимального развития электроэнергетических систем.
37. Системный подход.
38. Общий критерий оптимального развития.
39. Виды представления информации.
40. Иерархическое построение ЭЭС.
41. Методы прогнозирования развития ЭЭС.
42. Особенности оптимизации структуры ЭЭС при ее проектировании и развитии.
43. Анализ условий функционирования будущих ЭЭС.
44. Интеллектуальная электроэнергетическая система с активно-адаптивной сетью.
45. Информационное и программное обеспечение задач развития ЭЭС.
46. Причины, вызывающие переходные процессы в электроэнергетических системах (ЭЭС).
47. Математические модели, используемые при исследовании переходных процессов.
48. Виды возмущений, вызывающих переходные процессы в ЭЭС.
49. Составление схем замещения для расчетов, применяемые допущения.
50. Практические методы расчета токов КЗ.
51. Особенности расчета токов КЗ в электроустановках переменного и постоянного тока напряжением до 1кВ.
52. Общие уравнения, описывающие переходные процессы в электрических машинах. Преобразования координат.
53. Переходные процессы при коротких замыканиях в сетях, содержащих длинные линии, установки продольной компенсации, линейные, и нелинейные регулирующие элементы.
54. Термическое и динамическое воздействие токов короткого замыкания.
55. Прогнозирование уровней токов короткого замыкания.
56. Методы и средства ограничения токов короткого замыкания.
57. Координация уровней токов короткого замыкания.
58. Программное обеспечение расчета переходных процессов.
59. Основные положения современной теории устойчивости.
60. Понятие о первом и втором (прямом) методах Ляпунова.
61. Практические критерии статической устойчивости.
62. Протекание процесса во времени при больших и малых возмущениях.
63. Исследование статической устойчивости простейшей нерегулируемой ЭЭС методом малых колебаний.
64. Статическая устойчивость системы с регулируемым возбуждением.
65. Переходные процессы в узлах нагрузки при малых и больших возмущениях.
66. Характеристики многомашинной ЭЭС.
67. Устойчивость нормальных режимов сложных систем.
68. Изменение частоты и мощности в ЭЭС.
69. Динамическая устойчивость ЭЭС.
70. Переходные процессы и устойчивость систем, объединенных слабыми связями.
71. Асинхронные режимы, ресинхронизация и результирующая устойчивость.
72. Мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в ЭЭС.

73. Особенности технологического процесса функционирования электрических станций различного типа.
74. Обеспечение экологической безопасности при эксплуатации электрических станций.
75. Типы графиков электрических нагрузок, расчет их основных показателей. Регулирование графиков нагрузки электрических станций.
76. Влияние роста единичной мощности генераторов, силовых трансформаторов, электродвигателей и электростанций в целом на построение схем электрических соединений электростанций.
77. Назначение структурных схем электрических станций, их основные составляющие.
78. Особенности структуры главных схем и схем собственных нужд электростанций различного типа.
79. Эксплуатационные характеристики и конструктивные особенности аппаратов, токоведущих элементов и контактных соединений.
80. Системы охлаждения и возбуждения синхронных генераторов и компенсаторов.
81. Режимы работы синхронных генераторов, синхронных компенсаторов и их систем возбуждения. Методика анализа режимов работы синхронных машин.
82. Режимы работы асинхронных электродвигателей собственных нужд электростанций в нормальных и аномальных условиях.
83. Режимы работы силовых трансформаторов и автотрансформаторов на электростанциях и подстанциях.
84. Системы управления, контроля и сигнализации на электростанциях и подстанциях.
85. Установки оперативного тока.
86. Принципы выполнения и основные характеристики автоматизированных систем управления (АСУ).
87. Проектирование главной электрической схемы.
88. Проектирование электроустановок собственных нужд.
89. Проектирование системы управления.
90. Конструкции и основные характеристики распределительных устройств, комплектных распределительных устройств.
91. Компоновка электрических станций и подстанций.
92. Причины, которые могут приводить к необходимости ограничения токов короткого замыкания в цепи генераторного напряжения станций.
93. Методики выбора электрических аппаратов и их анализ.
94. Выбор и проверка аппаратов и токоведущих частей электрических станций.
95. Методы оценки технико-экономических показателей и надежности схем электрических соединений электроустановок, структурных схем и схем распределительных устройств электростанций.
96. Общая характеристика систем электроснабжения.
97. Общие и различия в структурах систем электроснабжения городов и промышленных предприятий.
98. Теоретические основы формирования расчетной нагрузки элементов сети. Разница в подходах к формированию расчетной нагрузки в городской сети и сети промышленного предприятия.
99. Методы определения расчетных электрических нагрузок промышленных предприятий, городов и сельского хозяйства.
100. Компенсация реактивных нагрузок.
101. Требования к электрическим схемам систем электроснабжения.
102. Характеристика схем различных типов с точки зрения загрузки оборудования.
103. Режим нейтрали в сетях напряжением до 1 кВ и выше 1 кВ.
104. Причины нормирования однофазных токов замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью.
105. Влияние изолированного заземления нейтрали на надежность электроснабжения для различных типов схем.
106. Обоснование необходимости глубоких вводов в городах и на промышленных

предприятиях. Комплекс требований к сооружению подстанций глубокого ввода. Особенности конструктивного исполнения подстанций.

107. Встроенные подстанции, обоснование необходимости их применения и требования к конструкции.

108. Потери электроэнергии в распределительных сетях, структура потерь.

109. Применение различных методов расчета потерь в зависимости от исходных данных.

110. Методы и средства снижения потерь электроэнергии.

111. Причины искажений токов и напряжений в распределительных сетях и влияние этих искажений на работу электроприемников.

112. Методы расчета нормируемых ГОСТом показателей качества электроэнергии.

113. Методы контроля и анализа качества электроэнергии.

114. Методы и средства обеспечения качества электроэнергии.

115. Методы анализа структурной и функциональной надежности электроэнергетических систем и систем электроснабжения.

116. Методы и средства обеспечения надежности электрических сетей и систем электроснабжения.

117. Повреждения и ненормальные режимы работы электроэнергетических систем.

118. Задачи и алгоритмы управления энергетической системой и ее элементами.

119. Программно-технические комплексы автоматических и автоматизированных систем управления.

120. Иерархические структуры систем управления.

121. Терминалы противоаварийной автоматики.

122. Ближнее и дальнее резервирование.

123. Локальные и распределенные системы противоаварийной автоматики.

124. Автоматические переключения в электроэнергетических системах (ввод резерва, повторное включение, частотная разгрузка, балансирующие отключения).

125. Автоматическое регулирование напряжения и распределение реактивной мощности.

126. Регуляторы возбуждения и коэффициент трансформации.

127. Автоматическое регулирование частоты и распределение активной мощности. Регуляторы частоты вращения.

128. Комплексы сбора, передачи и отображения оперативной и аварийной информации.

129. Цепи вторичной коммутации энергетических объектов.

130. Каналы межобъектовой связи. Способы обеспечения помехоустойчивости, корректирующие коды. Протоколы передачи информации.

131. Современная номенклатура устройств релейной защиты.

132. Релейная защита синхронных генераторов.

133. Релейная защита трансформаторов.

134. Релейная защита двигателей.

135. Релейная защита шин.

136. Релейная защита воздушных и кабельных линий электропередачи с различными способами заземления нейтрали.

137. Принципы построения и взаимодействие комплектов защиты.

138. Системы релейной защиты и противоаварийной автоматики с каналами связи.

139. Терминалы релейной защиты.

140. Системы сигнализации, регистрации и цифрового осциллографирования.

141. Микропроцессорные средства и их применение в устройствах защит на электрических станциях, в электрических сетях, системах электроснабжения.

Задания для экзамена содержат теоретические вопросы и проблемные ситуации по исследованию электроэнергетических систем и их подсистем.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

1. Русина, А. Г. Режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебное пособие для вузов / А. Г. Русина, Т. А. Филиппова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 399 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04370-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492047> (дата обращения: 27.04.2022).
2. Мясоедов Ю.В. Электрические станции и подстанции [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. В. Мясоедов, Н. В. Савина, А. Г. Ротачева. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2013. - 201 с. - Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7023.pdf
3. Кудряков, А. Г. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах : учебник / А. Г. Кудряков, В. Г. Сазыкин. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 263 с. — ISBN 978-5-4486-0027-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/70289.html> (дата обращения: 18.06.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4. Хрущев, Ю. В. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах : учебное пособие / Ю. В. Хрущев, К. И. Заповодников, А. Ю. Юшков. — Томск : Томский политехнический университет, 2012. — 154 с. — ISBN 978-5-4387-0125-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/34740.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей
5. Релейная защита и автоматика в электрических сетях / под редакцией В. В. Дрозд. — М. : Издательский дом ЭНЕРГИЯ, Альвис, 2012. — 632 с. — ISBN 978-5-904098-21-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/22702.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей
6. Коломиец Н.В. Режимы работы и эксплуатация электрооборудования электрических станций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Н.В. Коломиец, Н.Р. Пономарчук, Г.А. Елгина — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2015.— 72 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55206.html>.
7. Собственные нужды тепловых, атомных и гидравлических станций и подстанций [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Н. Козлов, В. А. Козлов, А. Г. Ротачева ; АмГУ, Эн. ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2013. - 315 с. - Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6924.pdf
8. Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии [Текст] : учеб. пособие / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. - М. : КНОРУС, 2012. – 648 с.
9. Методические рекомендации по освоению дисциплин : для всех направлений подготовки высшего образования/ сост. Т. А. Галаган, С. Г. Самохвалова, Н. А. Чалкина. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2018. - 34 с. Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/10906.pdf
10. Филиппова, Т. А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебник / Т. А. Филиппова. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 294 с. — ISBN 978-5-7782-3589-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91282.html> (дата обращения: 18.06.2020). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
11. Герасимова, В. Г. Электротехнический справочник Т. 2 : Электротехнические изделия и устройства / Герасимова В. Г. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01174-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011744.html> (дата обращения: 26.04.2022).
12. Герасимова, В. Г. Электротехнический справочник : В 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии / Герасимова В. Г. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01175-1. - Текст : электронный // ЭБС

"Консультант студента": [сайт]. - URL: [https:// www.studentlibrary.ru/ book/ ISBN9785383011751.html](https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011751.html) (дата обращения: 26.04.2022).

□ □ □ Г. Герасимова, В. Г. Электротехнический справочник: В 4 т. Т. 4. Использование электрической энергии / Герасимова В. Г. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01205-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: [https:// www.studentlibrary.ru/ book/ ISBN9785383012055.html](https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012055.html) (дата обращения: 26.04.2022).

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Операционная система MS Windows 7 Pro	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 30 июня 2019 года.
2	Операционная система MS Windows XP SP3	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 30 июня 2019 года.
3	Операционная система MS Windows 10 Education, Pro	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 30 июня 2019 года.
4	MS Office 2010 standard	лицензия Microsoft office 2010 Standard RUS OLP ML Academic 50, договор №492 от 28 июня 2012 года.
5	MS Office 2013/2016 PRO PLUS Academic	Сублицензионный договор № Tr000027462 от 10.12.2015.
6	MS Visio 2010	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору – Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 30 июня 2019 года.
7	MS Visio 2013	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору – Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 30 июня 2019 года.
8	MS Visio 2016	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору – Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 30 июня 2019 года.
9	MS Visio 2019	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору – Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 30 июня 2019 года.
10	Mathcad Education – University Edition	25 раб. мест по Software Order Fulfillment Confirmation, Service Contract # 4A1934168 от 18.12.2014.
11	MATLAB+SIMULINK	Academic classroom 25 по договору №2013.199430/949 от 20.11.2013.
12	Autodesk AutoCad Design Suite Ultimate 2018-2021 (AutoCAD AutoCAD Architecture AutoCAD MEP AutoCAD Structural Detailing Showcase AutoCAD Raster Design Recap 3ds Max Navisworks Manage)	Электронная лицензия Education Network license Multi-user 3000 concurrent users 3-year term.
13	PSCAD EE MUL	10 раб мест по лицензионному договору №21/13L/860 от 17.10.2013.

14	RastrWin3 Базовый комплекс	10 лиц. По договору №0323100012213000182-0001592-01/1144 от 31.12.2013.
15	RastrWin3 Оптимизация режима	10 лиц. по договору №0323100012213000181-0001592-01/1143 от 31.12.2013 и договору №236 от 02.12.2014.
16	Mozilla Firefox	Бесплатное распространение по лицензии MPL 2.0 https://www.mozilla.org/en-US/MPL/
17	Google Chrome	Бесплатное распространение по лицензии google chromium http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html на условиях https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html .
18	WinDjView	Бесплатное распространение по лицензии GNU GPL http://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.htm .
19	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/
20	ЭБС ЛАНЬ http://e.lanbook.com/	Электронно-библиотечная система, включающая в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам.
21	ЭБС IPRbooks http://www.iprbookshop.ru/	Электронно-библиотечная система IPRbooks — научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
22	ЭБС ЮРАЙТ https://urait.ru	Фонд электронной библиотеки составляет более 4000 наименований и постоянно пополняется новинками, в большинстве своем это учебники и учебные пособия для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований ФГОС
23	ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА» www.studentlibrary.ru	Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" (www.studentlibrary.ru) является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов третьего поколения (ФГОС ВО 3+) к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы, для СПО, ВПО и аспирантуры.

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	http://www.edu.ru/index.php	Российское образование. Федеральный портал
2	http://window.edu.ru	Единое окно доступа к образовательным ресурсам
3	http://www.gks.ru/	Федеральная служба государственной статистики: Официальный сайт с базами данных
4	http://new.fips.ru/	Федеральный институт промышленной собственности
5	http://vak.ed.gov.ru/	Высшая аттестационная комиссия при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации
6	https://scholar.google.ru/	GoogleScholar — поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.
7	https://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования
8	http://www.cito.ru/gdenet/	Глобальная сеть дистанционного образования
9	https://www.runnet.ru	RUNNet (RussianUNiversityNetwork) - крупнейшая в России научно-образовательная телекоммуникационная сеть, обладающая протяженной высокоскоростной магистральной инфраструктурой и международными каналами, обеспечивающими интеграцию с зарубежными научно-образовательными сетями (NationalResearchandEducationNetworks, NREN) и с Интернет.
10	http://neicon.ru	Полнотекстовый архив ведущих западных научных журналов на российской платформе Национального электронно-информационного консорциума (НЭИКОН)
11	http://webofscience.com	Политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных «WebofScienceCoreCollection»
12	https://www.scopus.com	Международная реферативная база данных научных изданий Scopus
13	http://www.mathnet.ru/	Общероссийский математический портал Math-Net.Ru
14	http://diss.rsl.ru/	Электронная библиотека диссертаций
15	http://drsk.ru	Официальный сайт Акционерное общество "Дальневосточная распределительная сетевая компания"
16	http://www.rushydro.ru/company/	Официальный сайт ПАО «РусГидро»
17	https://gisp.gov.ru/	Государственная информационная система промышленности. Профессиональная база знаний, предоставляющая сервисы для всех субъектов промышленной деятельности — от органов власти Российской Федерации до отдельных предприятий и индивидуальных предпринимателей.
18	https://gisee.ru/	Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Экспертный портал по вопросам

		энергосбережения.
19	https://www.gis-tek.ru/	ГИС ТЭК – федеральная государственная информационная система, содержащая информацию о состоянии и прогнозе развития топливно-энергетического комплекса РФ.
20	https://www.gost.ru/portal/gost/	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)
21	http://www.fsk-ees.ru/about/standards_organization/	Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы. Публичное акционерное общество «создано в соответствии с программой реформирования электроэнергетики Российской Федерации как организация по управлению Единой национальной (общероссийской) электрической сетью (ЕНЭС) с целью ее сохранения и развития.
22	http://economy.gov.ru	Министерство экономического развития Российской Федерации (Минэкономразвития России) — федеральное министерство, осуществляющее выработку и реализацию экономической политики Правительства России по ряду направлений.
23	http://minpromtorg.gov.ru	Министерство промышленности и торговли Российской Федерации (Минпромторг России)
24	https://minenergo.gov.ru/node/234	Министерство энергетики Российской Федерации (Минэнерго России)

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства, компьютерная техника с выходом в сеть Интернет и электронную информационно-образовательную среду университета, учебная мебель, лицензионное программное обеспечение. Материал лекций представлен в виде презентаций. Для проведения практических занятий и в самостоятельной работе студентов используются электрические схемы энергетических компаний Дальнего Востока.

На практических занятиях и в самостоятельной работе магистрантов используется программное обеспечение, указанное выше.