

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

24 мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ»

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль) образовательной программы – Энергообеспечение
предприятий

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 3 Семестр 5

Экзамен 5 сем

Общая трудоемкость дисциплины 144.0 (академ. час), 4.00 (з.е)

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

Энергетический факультет

Кафедра энергетики

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.18 № 143

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры энергетики

01.02.2024 г. , протокол № 6

Заведующий кафедрой Савина Н.В. Савина

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

24 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Савина Н.В. Савина

24 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

24 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

24 мая 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Формирование систематизированных знаний об основных закономерностях и принципах построения электрических сетей, конструктивных особенностях линий электропередачи, методах расчета установившихся режимов электрических сетей, условиях выполнения балансов мощностей в электроэнергетической системе, приобретение студентами навыков анализа и составления схем электрических сетей, расчета установившихся режимов.

Задачи дисциплины:

- изучение основ электроэнергетических систем (ЭЭС), электрических сетей, расчета параметров режима, конструктивного исполнения линий электропередачи.
- освоение методов расчета установившихся режимов сетей разных классов номинального напряжения, методик выбора ответвлений РПН силовых трансформаторов, автотрансформаторов и линейных регуляторов.
- формирование специальных профессиональных навыков по расчету и анализу установившихся режимов электрических сетей, по обеспечению желаемого напряжения в сети, условий выполнения балансов активной и реактивной мощностей в ЭЭС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Электрические сети» входит в Блок 1 «Дисциплины (модули), в часть, формируемую участниками образовательных отношений.

Изложение содержания дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Высшая математика», «Физика», «Материаловедение и технология конструкционных материалов».

В свою очередь знания и умения, полученные в курсе, используются при выполнении расчетных работ, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-3. Способен определять параметры оборудования, рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	ИД-1.ПК-3 Определяет параметры оборудования объектов профессиональной деятельности, учитывая технические ограничения и требования по экологической безопасности
	ИД-2.ПК-3 Рассчитывает, обеспечивает и управляет режимами объектов профессиональной деятельности

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.00 зачетных единицы, 144.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

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

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Модуль 1. Структура и характеристики ЭЭС, электрических сетей	5	18		2								6	Блиц-опросы на лекциях; Опросы на практическом занятии, Защита индивидуального домашнего задания
2	Модуль 2. Расчет установившихся режимов	5	22		4								6	Блиц-опросы на лекциях; Опросы на практическом занятии, Защита индивидуального домашнего задания
3	Модуль 3. Рабочие режимы электроэнергетических систем и электрических сетей	5	10		10								9	Блиц-опросы на лекциях; Опросы на практическом занятии, Защита индивидуального домашнего задания
4	Курсовой проект	5							3				18	Контроль хода выполнения курсового проекта.

													Защита курсового проекта
5	Экзамен	5							0.3	35.7			
	Итого		50.0	16.0	0.0	3.0	0.0	0.3	35.7	39.0			

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Модуль 1. Структура и характеристики ЭЭС, электрических сетей	<p>Тема 1. Общие сведения об электроэнергетических системах . Современное состояние энергетики и тенденции ее развития. Топливо- энергетический комплекс. Перспективы развития электроэнергетики на Дальнем Востоке. Определение электроэнергетической системы, электрической станции, электрической сети, подстанции, линии электропередачи. Классификация электрических сетей. Линии электропередачи переменного и постоянного тока. Понижающие и преобразовательные подстанции. Характеристики и параметры элементов электрических сетей. Типы конфигураций электрических сетей.</p> <p>Тема 2. Схемы электрических сетей. Разомкнутые сети. Замкнутые сети: кольцевые сети и сети с двухсторонним питанием. Схемы соединения электрической сети. Способы присоединения подстанций к электрической сети. Основные схемы электрических соединений понижающих подстанций.</p> <p>Тема 3. Конструкции линий электрических сетей. Конструктивные особенности воздушных линий и трансформаторов. Провода воздушных линий и тросы. Опоры: их классификация и конструктивное исполнение, область применения; линейная арматура; изоляторы. Конструктивные элементы кабельных линий электропередачи. Классификация кабельных линий, принципы формирования марки кабеля, маркировка кабелей, конструктивное исполнение кабелей различного уровня номинального напряжения, их область применения. Кабельная арматура. Прокладка кабелей. Конструктивное исполнение трансформаторов.</p>
2	Модуль 2. Расчет установившихся режимов	<p>Тема 4. Схемы замещения линий электропередачи, трансформаторов, автотрансформаторов. Схемы замещения линий с сосредоточенными параметрами. Определение параметров схем замещения воздушных и кабельных линий. Схемы замещения двухобмоточных, трехобмоточных трансформаторов, трансформаторов с расщепленными обмотками,</p>

		<p>автотрансформаторов и расчет их параметров.</p> <p>Тема 5. Расчет режимов разомкнутых электрических сетей.</p> <p>Приведенная и расчетная нагрузка узла. Потери мощности в двухобмоточном, трехобмоточном трансформаторах, в автотрансформаторе. Определение потерь мощности и годовых потерь электроэнергии в элементах электрической сети. Падение и потеря напряжения. Расчет режима электрической сети по данным «конца» и по данным «начала» при заданном токе нагрузки, мощности нагрузки. Построение векторных диаграмм при расчете режимов.</p> <p>Тема 6. Расчет режимов в замкнутых электрических сетях.</p> <p>Определение потоков мощности на головных участках в простых замкнутых сетях. Точка потокораздела. Расчет режимов кольцевых сетей. Расчет сети с двумя точками потокораздела. Расчет режимов сети с двухсторонним питанием.</p> <p>Тема 7. Расчет режимов в электрических сетях нескольких классов номинальных напряжений.</p> <p>Определение напряжения на стороне низшего напряжения трансформатора. Расчет режимов сети с различными номинальными напряжениями. Порядок расчета режима сети любой конфигурации. Регулирование напряжения с помощью ответвлений РПН трансформаторов и линейных регуляторов.</p> <p>Тема 8. Проектирование электрических сетей. Короткие замыкания.</p> <p>Основы проектирования электрических сетей. Основные технико-экономические показатели и критерии выбора оптимального варианта электрической сети. Короткие замыкания в системах электроснабжения; составление и преобразование схем замещения; расчетные величины токов КЗ; несимметричные короткие замыкания; расчет однофазного, междуфазного и двухфазного замыкания на землю; расчет токов КЗ на электронных вычислительных машинах.</p>
3	Модуль 3. Рабочие режимы электроэнергетических систем и электрических сетей	<p>Тема 9. Модели электрических нагрузок узлов электрических сетей при расчетах режимов.</p> <p>Основные характеристики нагрузки и графики нагрузок. Статические и динамические характеристики нагрузок, понятие и физическая сущность. Статические характеристики осветительной нагрузки, двигателей. Комплексная нагрузка узла. Статические характеристики комплексной нагрузки по напряжению и частоте. Регулируемый эффект нагрузки. Способы задания нагрузки при расчетах режимов.</p> <p>Тема 10. Баланс активной и реактивной мощности</p>

		<p>в электроэнергетической системе. Качество электроэнергии и его обеспечение в электроэнергетической системе.</p> <p>Баланс активной мощности и ее связь с частотой. Резерв мощности. Регулирование частоты вращения турбины. Статическая и динамическая характеристики турбины. Регулирование частоты в системе. Баланс реактивной мощности и ее связь с напряжением. Источники реактивной мощности в электрических сетях. Потребление реактивной мощности. Основные показатели качества электрической энергии и их влияние на работу приемников. Централизованное и местное регулирование напряжения. Способы и технические средства повышения качества электроэнергии.</p>
--	--	--

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Модуль 1. Структура и характеристики ЭЭС, электрических сетей	<p>Расчет параметров электрических схем замещения ЛЭП.</p> <p>Расчет параметров схем замещения трансформаторов и автотрансформаторов.</p>
Модуль 2. Расчет установившихся режимов	<p>Составление схем замещения электрической сети.</p> <p>Определение приведенной и расчетной нагрузок узла.</p> <p>Расчет режимов в разомкнутых сетях.</p> <p>Расчет режимов в кольцевых сетях.</p> <p>Расчет режимов в сетях с двухсторонним питанием.</p>
Модуль 3. Рабочие режимы электроэнергетических систем и электрических сетей	<p>Выбор ответвлений РПН трансформаторов, автотрансформаторов, линейных регуляторов.</p> <p>Расчет режимов в сетях с несколькими номинальными напряжениями.</p> <p>Расчет вероятностных характеристик графиков нагрузки подстанций и режимных характеристик сети.</p> <p>Разработка и технический анализ вариантов конфигурации электрической сети .</p> <p>Определение рационального напряжения сети.</p>

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Модуль 1. Структура и характеристики ЭЭС, электрических сетей	<p>Подготовка отчетов по практическим занятиям</p> <p>Подготовка к блиц-опросам</p>	6
2	Модуль 2. Расчет установившихся	Подготовка отчетов по практическим занятиям	6

	режимов	Подготовка к блиц-опросам	
3	Модуль 3. Рабочие режимы электроэнергетических систем и электрических сетей	Подготовка отчетов по практическим занятиям Подготовка к блиц-опросам	9
4	Курсовой проект	<p>Отдельным видом самостоятельной работы является курсовой проект, предусмотренный для закрепления теоретических знаний, полученных при изучении дисциплины, приобретения навыков использования научно-технической и справочной литературы, применения информационных технологий, практических и профессиональных навыков по проектированию электроэнергетических систем и сетей, на выполнение которого учебным планом отводится 36 академических часов.</p> <p>Примерная тематика курсовых проектов:</p> <p>Проектирование электрической сети указанного энергорайона Приморского края;</p> <p>Проектирование электрической сети указанного энергорайона в Амурской области;</p> <p>Проектирование электрической сети указанного энергорайона Хабаровского края;</p> <p>Проектирование электрической сети Южноякутского энергорайона;</p> <p>Проектирование электрической сети указанного энергорайона Еврейской автономной области.</p> <p>Ниже приведен пример типового бланка задания на курсовой проект, содержание которого заполняется индивидуально для каждого студента.</p> <p>ЗАДАНИЕ № ____</p> <p>на курсовой проект по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети»</p> <p>Студент _____ группа _____ Д ата выдачи задания «___» _____ 20__</p> <p>Задание _____ выдал _____</p> <p>_____ Задание принял(а) _____</p> <p>ФИО _____ руководителя проекта,</p>	18

		<p>подпись студента</p> <p style="text-align: right;">Подпись</p> <p>Тема проекта: _____</p> <p>Спроектировать электрическую сеть для подключения подстанций А–Е.</p> <p>ДАННЫЕ О НАГРУЗКАХ ПОДСТАНЦИЙ</p> <p>Исходные данные</p> <p>Подстанция</p> <p>А</p> <p>Б</p> <p>В</p> <p>Г</p> <p>Д</p> <p>Е</p> <p>СУММАРНАЯ УСТАНОВЛЕННАЯ МОЩНОСТЬ, МВт</p> <p>Коэффициент реактивной мощности нагрузки, $tg\phi$</p> <p>Состав потребителей по категориям надежности, %</p> <p>1 категория</p> <p>2 категория</p> <p>3 категория</p> <p>Желаемое напряжение вторичной сети, кВ</p> <p>Наименование источника питания</p> <p>Напряжение на шинах источника при наибольших нагрузках, кВ</p> <p>_____ $U_{ном}$</p> <p>_____ $U_{ном}$</p> <p>при наименьших нагрузках, кВ</p> <p>_____ $U_{ном}$</p> <p>_____ $U_{ном}$</p> <p>при тяжелых авариях в сети, кВ</p> <p>_____ $U_{ном}$</p> <p>_____ $U_{ном}$</p> <p>Продолжительность использования наибольшей нагрузки $T_{макс}$, час. _____</p> <p>Коэффициент реактивной мощности, задаваемый энергосистемой, $tg\phi$ _____</p> <p>Коэффициент попадания в максимум</p>	
--	--	---	--

		<p>нагрузки системы _____</p> <p>Схема сети</p> <p>Масштаб в 1 см _____ км</p> <p>В процессе проектирования для одного из энергорайонов Дальнего Востока студенты разрабатывают следующие вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Характеристика энергорайона: источники питания; электрические сети; потребители; климатическая и географическая характеристика. · Расчет электрических нагрузок. · Разработка конкурентоспособных вариантов электрической сети и их технический анализ, выбор двух конкурентоспособных вариантов конфигурации электрической сети. · Техническая проработка каждого из конкурентоспособных вариантов. · Выбор оптимального варианта электрической сети. · Расчет и анализ установившихся режимов. · Регулирование напряжения в сети. · Техничко- экономические показатели проекта. Оценка инвестиционной привлекательности проекта. <p>Графическая часть проекта выполняется на двух листах и включает в себя: варианты конфигурации и схемы построения электрической сети; подробную однолинейную электрическую схему оптимального варианта сети; схему замещения сети и результаты расчета и анализа установившихся режимов.</p>	
--	--	---	--

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации дисциплины «Электрические сети» используются традиционные и современные образовательные технологии. Из современных образовательных технологий применяются информационные и компьютерные технологии, технологии активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой, технологии проблемного обучения. Применяются следующие активные и интерактивные формы проведения занятий: дискуссии, проблемные ситуации, разбор конкретных ситуаций по функционированию современных ЭЭС.

8. 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 также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Электрические сети».

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине приведены в фонде оценочных средств.

Контрольные вопросы и задания к экзамену

5 семестр

Вопросы к экзамену

1. Общие сведения об электроэнергетических системах.
2. Классификация электрических сетей.
3. Стандартный ряд номинальных напряжений и наибольшие рабочие значения напряжений.
4. Преимущества объединённых энергосистем.
5. Линии электропередачи переменного и постоянного тока.
6. Понижающие и преобразовательные подстанции. Характеристика оборудования подстанций.
7. Системообразующие сети, пример.
8. Питающие сети, пример.
9. Распределительные сети, пример.
10. Типы конфигураций электрических сетей.
11. Способы присоединения подстанций к электрической сети.
12. Схемы электрических соединений подстанций.
13. Конструктивные элементы ВЛЭП и их назначение.
14. Транспозиция проводов, и с какой целью она применяется.
15. Высота опоры, длина пролёта, стрела провеса. Ориентировочные значения длин пролётов ВЛЭП разных классов номинальных напряжений.
16. Провода и их характеристика, конструктивное исполнение.
17. Марки грозозащитных тросов и области их применения.
18. Виды и типы опор. Их назначение и конструктивное исполнение.
19. Унификация конструкций металлических и железобетонных опор. Шифры опор.
20. Расположение проводов на опоре.
21. Классификация линейных изоляторов, их конструктивное исполнение. Количество изоляторов в гирляндах на ВЛЭП различных номинальных напряжений.
22. Виды линейной арматуры, её назначение.
23. Изолированные воздушные линии (ВЛИ)
24. Классификация кабелей.
25. Кабели напряжением до 1 кВ.
26. Кабели напряжением 3 – 10 кВ.
27. Кабели напряжением 20, 35 кВ.
28. Маслонаполненные кабели низкого давления.
29. Маслонаполненные кабели высокого давления.
30. Газоизолированные линии и газонаполненные кабели.
31. Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена.
32. Принцип формирования марок кабелей. Примеры маркировки кабелей.
33. Кабельная арматура, её назначение.
34. Прокладка кабелей.
35. Схемы замещения ЛЭП и их параметры.
36. Каталожные данные трансформаторов, основные понятия и определения.
37. Схема соединения обмоток автотрансформатора. Типовая и номинальная мощности автотрансформаторов.
38. Схема замещения двухобмоточного трансформатора и её параметры.
39. Схема замещения трансформатора с расщепленной обмоткой и её параметры.
40. Схема замещения трёхобмоточного трансформатора, её параметры.
41. Схема замещения автотрансформатора, её параметры.
42. Определение потерь мощности в двухобмоточном трансформаторе.

43. Определение потерь мощности в трёхобмоточном трансформаторе и автотрансформаторе.
44. Приведенная и расчётная нагрузка узла.
45. Падение и потеря напряжения.
46. Расчёт режима линий при заданном токе нагрузки по данным «конца».
47. Расчёт режима линий при заданном токе нагрузки по данным «начала».
48. Построение векторных диаграмм токов и напряжений при расчёте режима линии.
49. Расчёт режимов разомкнутых сетей по данным «конца».
50. Расчёт режимов разомкнутых сетей по данным «начала».
51. Построение векторных диаграмм токов и напряжений при расчёте режимов разомкнутых сетей.
52. Определение потоков мощности на головных участках в простых замкнутых сетях и в сетях с двухсторонним питанием.
53. Расчёт кольцевых сетей.
54. Расчёт простой замкнутой сети с двумя точками потокопровода.
55. Расчёт режимов сетей с двухсторонним питанием.
56. Определение напряжения на стороне низшего напряжения подстанции с двухобмоточными трансформаторами.
57. Определение напряжения на сторонах среднего и низшего напряжений подстанции с трёхобмоточными трансформаторами и автотрансформаторами.
58. Расчёт сетей с различными номинальными напряжениями.
59. Регулирование напряжения в электрической сети.
60. Выбор ответвлений РПН в двухобмоточных трансформаторах
61. Выбор ответвлений РПН в трёхобмоточных трансформаторах
62. Выбор ответвлений РПН в автотрансформаторах.
63. Линейные регуляторы и область их применения. Выбор ответвлений линейных регуляторов.
64. Расчёт режимов линий электропередачи и электрических сетей в послеаварийных режимах.
65. Особенности расчёта режимов в однородных электрических сетях.
66. Определение наибольшей потери напряжения.
67. Особенности расчёта режима сетей с равномерно распределённой нагрузкой.
68. Электрические нагрузки узлов электрических сетей.
69. Статические и динамические характеристики разных видов нагрузок, понятия и физическая сущность.
70. Обобщённые статические нагрузки по напряжению и частоте комплексной нагрузки.
71. Задание нагрузки при расчётах режимов.
72. Представление генераторов при расчётах установившихся режимов.
73. Баланс активной мощности в энергосистеме и его связь с частотой.
74. Регулирование частоты вращения турбины
75. Регулирование частоты в электроэнергетической системе.
76. Баланс реактивной мощности в энергосистеме и его связь с напряжением.

Задания для экзамена сформированы в виде задач, включающих в себя составление схем замещения электрических сетей и определение их параметров, определение приведенной и расчетной мощностей нагрузки узлов электрической сети, расчет режимов разомкнутых и замкнутых сетей, сетей с двумя уровнями номинального напряжения, обеспечение желаемого уровня номинального напряжения на шинах подстанции с помощью РПН и линейных регуляторов.

Вопросы к защите курсового проекта (5 семестр)

1. Классификация электрических сетей.
2. Стандартный ряд номинальных напряжений и наибольшие рабочие значения

напряжений.

3. Какие бывают опоры? Их назначение.
4. Классификация линейных изоляторов, их конструктивное исполнение.
5. Виды линейной арматуры, её назначение.
6. Задание нагрузки при расчётах режимов.
7. Представление генераторов при расчётах установившихся режимов.
8. Схемы замещения ВЛЭП и их параметры.
9. Схема замещения двухобмоточного трансформатора и её параметры.
10. Схема замещения трансформатора с расщепленной обмоткой и её параметры.
11. Схема замещения трёхобмоточного трансформатора, её параметры.
12. Схема замещения автотрансформатора, её параметры.
13. Определение потерь мощности в двухобмоточном трансформаторе.
14. Определение потерь мощности в трёхобмоточном трансформаторе и автотрансформаторе.
15. Приведенная и расчётная нагрузка узла.
16. Схемы электрических сетей.
17. Расчёт режимов разомкнутых сетей по данным «начала».
18. Расчёт кольцевых сетей.
19. Особенности расчёта режимов в однородных электрических сетях.
20. Расчёт режимов сетей с двухсторонним питанием.
21. Определение наибольшей потери напряжения.
22. Определение напряжения на стороне низшего напряжения подстанции с двухобмоточными трансформаторами.
23. Определение напряжения на сторонах среднего и низшего напряжений подстанции с трёхобмоточными трансформаторами и автотрансформаторами.
24. Расчёт сетей с различными номинальными напряжениями.
25. Регулирование напряжения с помощью РПН трансформаторов и линейных регуляторов.
26. Выбор ответвлений РПН в двухобмоточных трансформаторах.
27. Выбор ответвлений РПН в трёхобмоточных трансформаторах.
28. Выбор ответвлений РПН в автотрансформаторах.
29. Способы присоединения подстанций к электрической сети.
30. Схемы электрических соединений подстанций.
31. В чем заключается характеристика района проектирования?
32. Какие климатические характеристики нужно знать при проектировании и для чего?
33. Расчет электрических нагрузок с помощью вероятностных характеристик.
34. Выбор номинального напряжения сети.
35. Принципы составления вариантов конфигурации электрической сети.
36. Выбор сечений проводов ВЛ методом экономических токовых интервалов.
37. Выбор сечений проводников по нагреву длительно-допустимым током.
38. Выбор сечений проводников по допустимой потере напряжения.
39. Технический анализ вариантов конфигурации сети.
40. Чистый дисконтированный доход. Среднегодовые эквивалентные затраты.
41. Капитальные вложения.
42. Эксплуатационные издержки.
43. Расчет потерь электроэнергии.
44. Три задачи компенсации реактивной мощности.
45. Балансовый расчет компенсации реактивной мощности.
46. Выбор компенсирующих устройств методом поперечной компенсации.
47. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов.
48. Схемы распределительных устройств подстанций.
49. Подготовка исходной информации для расчета режимов с помощью ПВК СДО-6.
50. Подготовка исходной информации для расчета режимов с помощью ПВК RastrWin.
51. Характеристика ПВК, используемых для расчета режимов.

52. Проверка правильности расчетов режимов с помощью ПВК.
53. В чем заключается анализ режимов, и с какой целью его проводят.
54. Встречное регулирование напряжения.

Защита курсового проекта может проходить в виде доклада студента и ответов на поставленные вопросы членами комиссии по приему курсового проекта, либо в виде деловой игры.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

1. Савина, Н. В. Электроэнергетические системы и сети [Электронный ресурс]: учеб. пособие. Ч. 1 / Н. В. Савина; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2014. - 177 с. http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7062.pdf
2. Ушаков, В. Я. Электроэнергетические системы и сети: учебное пособие для вузов / В. Я. Ушаков. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 446 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00649-0. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537235> (дата обращения: 30.03.2024).
3. Лыкин, А. В. Электроэнергетические системы и сети: учебник для вузов / А. В. Лыкин. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 360 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04321-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536924> (дата обращения: 30.03.2024).
4. Идельчик, Виталий Исаакович. Электрические системы и сети [Текст]: учеб. / В. И. Идельчик. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 588 с.
5. Савина, Н.В. Практикум по электрическим сетям [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.В. Савина, Ю.В. Мясоедов, В.Ю. Маркитан. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2014. – 254 с. - Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7127.pdf
6. Электроэнергетические системы и сети [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным занятиям / сост.: В. Ю. Маркитан, В. В. Рябинин. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2014. – 100 с. - Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7083.pdf
7. Электроэнергетические системы и сети [Электронный ресурс]: Методические указания для самостоятельной работы студентов направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника» / Н.В. Савина; АмГУ, Эн.ф. – 2-е изд., испр. и доп. □ Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2017. – 52 с. - Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/9643.pdf
8. Электроэнергетические системы и сети [Электронный ресурс]: методические указания к курсовому проектированию / Н. В. Савина. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2013. – 59 с. - Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7154.pdf
9. Блок, В.М. Пособие к курсовому и дипломному проектированию для электроэнергетических специальностей вузов [Текст]: учеб. пособие / В.М. Блок, Г.К. Обушев, Л.В. Паперно; ред. В.М. Блок. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1990. - 384 с.
10. Справочник по проектированию электрических сетей [Текст] / под ред. Д. Л. Файбисовича. - М.: НЦ ЭНАС, 2005. - 315 с.

Нормативные документы:

1. Правила устройства электроустановок – 7-е изд. - М.: изд-во НЦ ЭНАС, 2003. – 704 с.

2. Методические рекомендации по проектированию развития энергосистем СО 153-34.20.118-2003. Утверждены приказом Минэнерго России от 30.06.03 № 281
3. Об утверждении методических указаний по расчету повышающих (понижающих) коэффициентов к тарифам на услуги по передаче электрической энергии в зависимости от соотношения потребления активной и реактивной мощности для отдельных энергопринимающих устройств (групп энергопринимающих устройств) потребителей электрической энергии, применяемых для определения обязательств сторон по договорам об оказании услуг по передаче электрической энергии по единой национальной (общероссийской) электрической сети (договорам энергоснабжения). Приказ Федеральной службы по тарифам от 31 августа 2010 г. N 219-э/6.
4. Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций напряжением 35-750 кВ. Типовые решения. - М. :Энергосетьпроект, 2006.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Mathcad Education – University Edition	25 раб. мест по Software Order Fulfillment Confirmation, Service Contract # 4A1934168 от 18.12.2014.
2	RastrWin3 Базовый комплекс	10 лиц. По договору №0323100012213000182-0001592-01/1144 от 31.12.2013.
3	RastrWin3 Оптимизация режима	10 лиц. по договору №0323100012213000181-0001592-01/1143 от 31.12.2013 и договору №236 от 02.12.2014.
4	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/
5	Операционная система Linux	GNU-лицензия (GNU General Public License)
6	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 .
7	WinDjView	Бесплатное распространение по лицензии GNU GPL http://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.htm .
8	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.
9	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
10	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
--	--	------

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	https://scholar.google.ru/	GoogleScholar —поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.
4	https://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно- аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования
5	http://www.cito.ru/gdenet/	Глобальная сеть дистанционного образования
6	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.
7	http://neicon.ru	Полнотекстовый архив ведущих западных научных журналов на российской платформе Национального электронно- информационного консорциума (НЭИКОН)
8	http://webofscience.com	Политематическая реферативно- библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных «WebofScienceCoreCollection»
9	https://www.scopus.com	Международная реферативная база данных научных изданий Scopus
10	http://www.mathnet.ru/	Общероссийский математический портал Math-Net.Ru
11	http://drsk.ru	Официальный сайт Акционерное общество "Дальневосточная распределительная сетевая компания"
12	http://www.rushydro.ru/company/	Официальный сайт ПАО «РусГидро»
13	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.
14	https://www.gis-tek.ru/	ГИС ТЭК – федеральная государственная информационная система, содержащая информацию о состоянии и прогнозе развития топливно-энергетического комплекса РФ.
15	http://www.fsk-ees.ru/about/	Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы. Публичное акционерное общество создано в

	standards_organization/	соответствии с программой реформирования электроэнергетики Российской Федерации как организация по управлению Единой национальной (общероссийской) электрической сетью (ЕНЭС) с целью ее сохранения и развития.
16	https://minenergo.gov.ru/node/234	Министерство энергетики Российской Федерации (Минэнерго России)

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует требованиям ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Для реализации программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника. имеется материально-техническая база, соответствующая действующим противопожарным и санитарным правилам и нормам и обеспечивающая проведение всех видов занятий, самостоятельной работы, практики, государственной итоговой аттестации, предусмотренных учебным планом. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Амурского государственного университета.

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, состав которого указан в п. 9 данной рабочей программы дисциплины и обновляется при необходимости.

Сведения о материально-техническом обеспечении ОПОП ВО входят в комплект ОПОП ВО.

ПРИЛОЖЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

В соответствии с учебным планом для заочной формы обучения предусмотрено

Экзамен	7 сем,	9.0 акад. часа
Лекции	10.0	(акад. часа)
Практические занятия	6.0	(акад. часа)
Лабораторные работы	0.0	(акад. часа)
ИКР	3.0	(акад. часа)
Самостоятельная работа	138.8	(акад. часа)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 144.0 (акад. часа), 4.00 (з.е.)

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация	С е м е с т р	Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)						Контроль (в академических часах)	Самостоятельная работа (в академических часах)	Формы текущего контроля успеваемости
			Л	ПЗ	ЛР	ИКР	КТО	КЭ			
1	Модуль 1. Структура и характеристики ЭЭС, электрических сетей	7	2	1						6	Блиц-опросы на лекциях; Опросы на практическом занятии, Защита индивидуального домашнего задания
1	История развития электроэнергетики. Роль электроэнергетики в экономике РФ, энергетической безопасности страны	7	0,5	0						24	Контрольный опрос на лекционном занятии
2	Модуль 2. Расчет установившихся режимов	7	4	2						6	Блиц-опросы на лекциях; Опросы на практическом занятии, Защита индивидуального домашнего задания
2	Нормативно-правовые основы электроэнергетики	7	0,5	0						24	Контрольный опрос на лекционном занятии

3	Модуль 3. Рабочие режимы электроэнергетических систем и электрических сетей	7	4	2					9	Блиц-опросы на лекциях; Опросы на практическом занятии, Защита индивидуального домашнего задания
3	Электроэнергетика как объект исследования. Направления и перспективы развития электроэнергетики	7	0,5	0					24	Отчет по практическом у занятию
4	Курсовой проект	7				3			18	Контроль хода выполнения курсового проекта. Защита курсового проекта
4	Цифровые технологии в электроэнергетике	7	0,5	1					27.8	Контрольный опрос на лекционном занятии
5	Экзамен	7						0.3	8.7	
	Итого		10.0	6.0	0.0	3.0	0.0	0.3	8.7	138.8

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Модуль 1. Структура и характеристики ЭЭС, электрических сетей	Подготовка отчетов по практическим занятиям Подготовка к блиц-опросам	6
2	История развития электроэнергетики. Роль электроэнергетики в экономике РФ, энергетической безопасности страны	Подготовка к опросу на лекции; проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение	24
3	Модуль 2. Расчет установившихся режимов	Подготовка отчетов по практическим занятиям Подготовка к блиц-опросам	6
4	Нормативно-правовые основы электроэнергетики	Подготовка к опросу на лекции; проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение	24

5	Модуль 3. Рабочие режимы электроэнергетических систем и электрических сетей	Подготовка отчетов по практическим занятиям Подготовка к блиц-опросам	9
6	Электроэнергетика как объект исследования. Направления и перспективы развития электроэнергетики	Подготовка к опросу на лекции; подготовка к практическому занятию; проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение	24
7	Курсовой проект	<p>Отдельным видом самостоятельной работы является курсовой проект, предусмотренный для закрепления теоретических знаний, полученных при изучении дисциплины, приобретения навыков использования научно-технической и справочной литературы, применения информационных технологий, практических и профессиональных навыков по проектированию электроэнергетических систем и сетей, на выполнение которого учебным планом отводится 36 академических часов.</p> <p>Примерная тематика курсовых проектов:</p> <p>Проектирование электрической сети указанного энергорайона Приморского края;</p> <p>Проектирование электрической сети указанного энергорайона в Амурской области;</p> <p>Проектирование электрической сети указанного энергорайона Хабаровского края;</p> <p>Проектирование электрической сети Южнокутского энергорайона;</p> <p>Проектирование электрической сети указанного энергорайона Еврейской автономной области.</p> <p>Ниже приведен пример типового бланка задания на курсовой проект, содержание которого заполняется индивидуально для каждого студента.</p> <p>ЗАДАНИЕ № ____</p> <p>на _____ курсовой _____ проект по дисциплине «Электрические сети» Студент _____ группа _____ Д ата выдачи задания «____» _____ 20__</p>	18

		<p>Задание _____ выдал Задание</p> <p>принял(а) _____ ФИО _____ руководителя</p> <p>проекта, подпись _____ студента _____ Подпись</p> <p>Тема проекта: _____</p> <p>Спроектировать электрическую сеть для подключения подстанций А–Е.</p> <p>ДАнные О НАГРУЗКАХ ПОДСТАНЦИЙ</p> <p>Исходные данные Подстанция А Б В Г Д Е</p> <p>СУММАРНАЯ УСТАНОВЛЕННАЯ МОЩНОСТЬ, МВт</p> <p>Коэффициент реактивной мощности нагрузки, $tg\phi$ Состав потребителей по категориям надежности, % 1 категория 2 категория 3 категория Желаемое напряжение вторичной сети, кВ Наименование источника питания</p> <p>Напряжение на шинах источника при наибольших нагрузках, кВ _____ $U_{ном}$ _____ $U_{ном}$ при наименьших нагрузках, кВ _____ $U_{ном}$ _____ $U_{ном}$ при тяжелых авариях в сети, кВ _____ $U_{ном}$ _____ $U_{ном}$</p> <p>Продолжительность _____ использования _____</p>	
--	--	---	--

		<p>наибольшей нагрузки T_{\max}, час.</p> <p>Коэффициент реактивной мощности, задаваемый энергосистемой, tgj</p> <p>Коэффициент попадания в максимум нагрузки системы</p> <p>Схема сети</p> <p>Масштаб в 1 см _____ км</p> <p>В процессе проектирования для одного из энергорайонов Дальнего Востока студенты разрабатывают следующие вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Характеристика энергорайона: источники питания; электрические сети; потребители; климатическая и географическая характеристика. · Расчет электрических нагрузок. · Разработка конкурентоспособных вариантов электрической сети и их технический анализ, выбор двух конкурентоспособных вариантов конфигурации электрической сети. · Техническая проработка каждого из конкурентоспособных вариантов. · Выбор оптимального варианта электрической сети. · Расчет и анализ установившихся режимов. · Регулирование напряжения в сети. · Техничко-экономические показатели проекта. Оценка инвестиционной привлекательности проекта. <p>Графическая часть проекта выполняется на двух листах и включает в себя: варианты конфигурации и схемы построения электрической сети; подробную однолинейную электрическую схему оптимального варианта сети; схему замещения сети и результаты расчета и анализа установившихся режимов.</p>	
8	Цифровые технологии в электроэнергетике	Подготовка к опросу на лекции; проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение	27.8