

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«Электроэнергетические системы и сети»

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) образовательной программы «Электроэнергетика»
Квалификация выпускника «Бакалавр»
Программа подготовки «Прикладной бакалавриат»
Год набора 2018
Форма обучения очная
Курс 3 Семестр 5, 6
Экзамен 5 семестр 36 (акад. час.), 6 семестр 27 (акад. час.)
Лекции 108 (акад. час.)
Практические занятия 36 (акад. час.)
Лабораторные занятия 18 (акад. час.)
Самостоятельная работа 99 (акад. час.)
Курсовой проект 6 семестр
Общая трудоемкость дисциплины 324 (акад. час.), 9 (з.е.)

Составитель: Н.В. Савина, профессор, доктор техн. наук

Факультет энергетический
Кафедра энергетики

2018 г.

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 - «Электроэнергетика и электротехника»

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры энергетики

«30» 05 2018 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой  Н.В. Савина

Рабочая программа одобрена на заседании УМС направления подготовки 13.03.02– «Электроэнергетика и электротехника»

«30» 05 2018г., протокол № 12

Председатель  Ю.В. Мясоедов
(подпись, И.О.Ф.)

СОГЛАСОВАНО
Начальник учебно-методического
управление

 Н.А. Чалкина

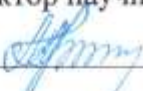
«30» 05 2018 г.

СОГЛАСОВАНО
Заведующий выпускающей кафедры

 Н.В. Савина

«30» 05 2018 г.

СОГЛАСОВАНО
Директор научной библиотеки

 Л.А. Проказина

«30» 05 2018 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целями освоения дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» являются формирование систематизированных знаний в области электроэнергетических систем и сетей и расчета их режимов, приобретение студентами навыков их проектирования, развитие культуры экономически целесообразного выбора проектируемого варианта схемы сети, расчета и анализа режимов электрических сетей и систем, регулирования частоты и напряжения.

Задачи дисциплины:

- изучение основ электроэнергетических систем (ЭЭС), схем электроэнергетических систем и сетей, конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи;
- изучение методов и алгоритмов расчетов сетей различной конфигурации разных классов номинального напряжения, установившихся режимов сложных электроэнергетических систем, в том числе и с помощью промышленных программно-вычислительных комплексов;
- получение знаний в области регулирования частоты и напряжения в электроэнергетических системах;
- формирование навыков по расчету и анализу установившихся режимов электрических сетей и систем, по обеспечению желаемого напряжения в сети, условий выполнения балансов активной и реактивной мощностей в ЭЭС;
- изучение основ построения электроэнергетических систем, технологий анализа и синтеза схем электрических сетей, принципов и методов разработки и реализации оптимальных технических решений при проектировании электроэнергетических систем и сетей;
- овладение методами и алгоритмами проектирования электроэнергетических систем и сетей;
- формирование профессиональных навыков по проектированию электроэнергетических систем и сетей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» входит в блок Б1, вариативную часть и относится к дисциплинам, формирующим профессиональные знания и навыки, необходимые при проектировании электроэнергетических систем и сетей, расчете и анализе их режимов.

Для освоения данной дисциплины необходимо знать, уметь и быть готовым применять материал в объеме, изложенном в рабочих программах следующих дисциплин образовательной программы направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника»:

Высшая математика;

Теоретические основы электротехники;

Электротехническое и конструкционное материаловедение.

Дисциплина является одной из профилирующих и формирует компетенции, необходимые при прохождении производственной практики, выполнении выпускной квалификационной работы. Знания, умения и навыки, полученные при освоении данной дисциплины, необходимы для изучения дисциплин:

«Эксплуатация электрооборудования»;

«Специальный курс электрических сетей»;

«Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения»;

«Алгоритмы задач электроэнергетики».

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

В процессе освоения данной дисциплины обучающийся формирует и демонстрирует обладание следующими профессиональными компетенциями:

для проектно-конструкторской деятельности:

способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК-3);

способностью проводить обоснование проектных решений (ПК-4);

для производственно-технологической деятельности:

готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5);

способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать:

цели, задачи, принципы, методы и алгоритм проектирования электрических сетей; методику выбора номинальных напряжений, конфигурации сети, параметров элементов электрических сетей (ПК-3);

техничко-экономические основы проектирования электроэнергетических систем и сетей; критерии выбора оптимального варианта электрической сети (ПК-4);

общие сведения об электроэнергетических системах и их современное состояние; принципы передачи и распределения электроэнергии; конфигурацию электрических сетей и способы присоединений подстанций; основу конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи; схемы замещения линий, трансформаторов и автотрансформаторов; компенсации параметров и реактивной мощности в электрических сетях; особые режимы электрических сетей, методы регулирования напряжения, мероприятия по снижению потерь мощности и энергии в электрических сетях (ПК-5);

методы расчета режимов работы электроэнергетических систем и сетей; балансы активной мощности и ее связь с частотой; балансы реактивной мощности и ее связь с напряжением; методы преобразования и эквивалентирования сети (ПК-6);

2) Уметь:

составлять и анализировать конкурентоспособные варианты конфигурации электрической сети с учетом фактора надежности; выбирать номинальное напряжение сети; выбирать сечения проводов и кабелей, силовые трансформаторы в сетях различных назначений и номинальных напряжений (ПК-3);

рассчитывать технико-экономические показатели вариантов сети и выбирать рациональный вариант схемы сети (ПК-4);

классифицировать электрические сети; составлять схемы замещения и определять параметры схем замещения основных элементов электрических сетей; рассчитывать основные характеристики линий электропередачи, проводить компенсацию реактивной мощности; выбирать средства регулирования напряжения на понижающих подстанциях, в электрической сети, определять потери мощности и электроэнергии и выбирать мероприятия по их снижению (ПК-5);

рассчитывать установившиеся режимы, составлять и обеспечивать балансы активной и реактивной мощностей в ЭЭС; анализировать рабочие режимы ЭЭС (ПК-6);

3) Владеть навыками:

проектирования на вариантной основе электрических сетей и применения справочной литературы; выбора оптимальных для рассматриваемой схемы электрической сети параметров (ПК-3);

обоснования проектных решений (ПК-4).

анализа и составления электрических схем электрических сетей; составления схем замещения электрических сетей, расчета параметров компенсирующих устройств и определения места их установки, регулирования напряжения в электрических сетях, анализа потерь мощности и электроэнергии (ПК-5);

расчета параметров режима электрических сетей; обеспечения условий выполнения балансов в ЭЭС, расчетов режимов сложных систем и анализа результатов расчетов режимов работы ЭЭС и электрических сетей (ПК-6).

4. МАТРИЦА КОМПЕТЕНЦИЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Темы (разделы) дисциплины	Компетенции			
	ПК-3	ПК-4	ПК-5	ПК-6
5 семестр				
Структура и характеристики ЭЭС, электрических сетей			+	
Расчет установившихся режимов			+	+
Рабочие режимы электроэнергетических систем				+
6 семестр				
Проектирование электрических сетей	+	+	+	
Расчет установившихся режимов сложных электроэнергетических систем				+
Повышение эффективности и надежности функционирования электроэнергетических систем			+	+

5. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в академических часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра). Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				ЛК	ПЗ	ЛР	СРС	
5 семестр								
1	Структура и характеристики ЭЭС, электрических сетей	5	1-6	18	4		12	Блиц-опрос на лекции; индивидуальное задание; коллоквиум.
2	Расчет установившихся режимов	5	7-15	26	10		18	Блиц-опрос на лекции; индивидуальное задание; коллоквиум.
3	Рабочие режимы электроэнергетических систем	5	16-18	10	4		6	Блиц-опрос на лекции; индивидуальное задание; коллоквиум.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в академических часах)				Формы текущего контроля успеваемости (<i>по неделям семестра</i>). Форма промежуточной аттестации (<i>по семестрам</i>)
				ЛК	ПЗ	ЛР	СРС	
4	Промежуточная аттестация	5						Экзамен
6 семестр								
1	Проектирование электрических сетей	6	1-8	24	8	2	9	Блиц-опрос на лекции; индивидуальное задание; защита отчета по лабораторной работе.
2	Расчет установленных режимов сложных электроэнергетических систем	6	9-12	14	6	16	9	Блиц-опрос на лекции; индивидуальное задание; защита отчета по лабораторной работе.
3	Повышение эффективности и надежности функционирования электроэнергетических систем	6	13-18	16	4		9	Блиц-опрос на лекции; индивидуальное задание; защита отчета по лабораторной работе.
4	Курсовой проект	6					36	Контроль хода выполнения курсового проекта раз в две недели
5	Промежуточная аттестация	6 6						Экзамен КП

Примечания: ЛК – лекции, ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы, КП – курсовой проект; СРС – самостоятельная работа студента.

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Лекции

5 семестр

Раздел 1. Структура и характеристики ЭЭС, электрических сетей

Тема 1. Общие сведения об электроэнергетических системах – 6 акад. часов

Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях. Определение электроэнергетической системы, электрической станции, электрической сети, подстанции, линии электропередачи. Классификация электрических сетей. Линии электропередачи переменного и постоянного тока. Понижающие и преобразовательные подстанции. Характеристики оборудования линий и подстанций. Типы конфигураций электрических сетей.

Тема 2. Схемы электрических сетей – 4 акад. часа

Разомкнутые сети. Замкнутые сети: кольцевые сети и сети с двухсторонним питанием. Схемы соединения электрической сети. Способы присоединения подстанций к электрической сети. Схемы электрических соединений подстанций.

Тема 3. Конструкции линий электрических сетей – 8 акад. часов

Конструктивные элементы воздушных линий электропередачи (ЛЭП). Провода воздушных линий и тросы. Опоры: их классификация и конструктивное исполнение, область применения; линейная арматура; изоляторы. ВЛИ. 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.

Раздел 2. Расчет установившихся режимов

Тема 4. Схемы замещения линий, трансформаторов и автотрансформаторов – 6 академических часов

Понятие режима электрической сети и задачи расчета режимов сети. Схемы замещения элементов электрических сетей и их параметры. Схемы замещения линий с сосредоточенными параметрами. Определение параметров схем замещения воздушных и кабельных линий. Схемы замещения двухобмоточных, трехобмоточных трансформаторов, трансформаторов с расщепленными обмотками, автотрансформаторов и расчет их параметров.

Тема 5. Расчет режимов разомкнутых электрических сетей – 6 академических часов

Расчет установившихся нормальных и послеаварийных режимов электрических сетей различной конфигурации – общие сведения. Расчет режимов линий электропередачи и электрических сетей в нормальных и послеаварийных режимах. Приведенная и расчетная нагрузка узла. Потери мощности в двухобмоточном, трехобмоточном трансформаторах, в автотрансформаторе. 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.

Тема 6. Расчет режимов в замкнутых электрических сетях – 6 академических часов

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.

Тема 7. Расчет режимов в электрических сетях нескольких классов номинальных напряжений – 4 академических часа

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, автотрансформаторов и линейных регуляторов.

Тема 8. Особенности расчета режимов – 4 академических часа

Расчет режима в однородных сетях. Особенности расчета сетей с равномерно распределенной нагрузкой. Определение наибольшей потери напряжения.

Раздел 3. Рабочие режимы электроэнергетических систем

Тема 9. Модели электрических нагрузок узлов электрических сетей при расчетах режимов – 4 академических часа

Электрические нагрузки узлов электрических сетей. 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.

Тема 10. Балансы активной и реактивной мощности в энергосистеме – 6 академических часов

Балансы мощностей в электроэнергетической системе. Баланс активной мощности и ее связь с частотой. Резерв мощности. Регулирование частоты вращения турбины. Статическая и динамическая характеристики турбины. Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе. Баланс реактивной мощности и ее связь с напряжением.

Генерация реактивной мощности. Потребление реактивной мощности. Регулирование напряжения в ЭЭС.

6 семестр

Раздел 1. Проектирование электрических сетей

Тема 1. Введение. Современное состояние электроэнергетической системы – 4 акад. часа

Современное состояние электроэнергетических систем и тенденции их развития. Топливо-энергетический комплекс. Перспективы развития электроэнергетических систем в России и на Дальнем Востоке.

Тема 2. Исходные данные для проектирования электрических сетей – 6 акад. часов.

Характеристика района проектирования. Электрические нагрузки и их представление при проектировании и эксплуатации электроэнергетических систем. Графики электрических нагрузок (ГЭН) и их анализ при проектировании электрических сетей. Построение ГЭН подстанций из типовых графиков при различных способах задания информации. Долгосрочное прогнозирование ГЭН. Практическое применение формулы сложных процентов при проектировании электрических нагрузок. Переход от реальных ГЭН к ГЭН в относительных единицах и построение прогнозируемого ГЭН.

Тема 3. Техничко-экономические основы проектирования электрических сетей – 14 акад. часов.

Задачи и методы проектирования электроэнергетических систем и электрических сетей. Общие требования к схемам электрических сетей. Принципы формирования вариантов конфигурации электрической сети. Выбор конфигураций схем и основных параметров электрических сетей. Выбор схем построения сети. Техничко-экономические основы проектирования электрических сетей – общий подход. Критерии выбора оптимального варианта, алгоритм выбора. Основные экономические показатели систем передачи и распределения электроэнергии: капитальные вложения (инвестиции); эксплуатационные издержки; чистый дисконтированный доход; эквивалентные годовые расходы (годовые приведенные затраты) и срок окупаемости капитальных затрат. Определение потерь электроэнергии в электрической сети при ее проектировании. Техничко-экономическое сравнение вариантов электрической сети. Выбор рационального напряжения сети. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов на подстанциях. Выбор сечения проводов и кабелей в сетях различных назначений и номинальных напряжений различными методами. Особенности выбора и проверки сечений линий в замкнутых сетях. Проверка сечений проводов по нагреву длительно допустимым током. Проектирование схем электрических сетей. Учет фактора надежности при проектировании электрических сетей.

Раздел 2. Расчет установившихся режимов сложных электроэнергетических систем

Тема 4. Основы расчета установившихся режимов сложных электроэнергетических систем – 10 акад. часов.

Основы расчета нормальных режимов сложных электрических сетей и систем. Специфика расчетов сложных систем. Преобразование сети и исключение узлов. Расчеты однородных сетей. Учет слабой заполненности матриц. Преобразования сети при расчете режимов электроэнергетических систем большой сложности. Разделение системы на подсистемы. Методы эквивалентирования сети. Представление системы уравнений узловых напряжений для расчета с помощью программно-вычислительных комплексов (ПВК) на персональном компьютере. Методы решения уравнений узловых напряжений. Способы задания параметров элементов схемы, нагрузочных и генераторных узлов. Балансирующий узел. Определение параметров режимов. Расчет режимов с помощью современных промышленных программно-вычислительных комплексов. Анализ полученных результатов.

Тема 5. Особые режимы электроэнергетических систем – 4 акад. часа.

Особые режимы электрических сетей. Источники, вызывающие особые режимы в электрической сети. Неполнофазные режимы. Условия допустимости неполнофазных режимов. Расчет несимметричных режимов.

Раздел 3. Повышение эффективности и надежности функционирования электроэнергетических систем

Тема 6. Компенсация реактивной мощности и регулирование напряжения в электроэнергетических системах – 8 акад. час.

Компенсация реактивной мощности. Современное состояние проблемы компенсации реактивной мощности. Источники и потребители реактивной мощности. Три задачи компенсации реактивной мощности: балансовая задача, регулирование напряжения в сети, экономическая задача. Методы регулирования напряжения. Технические средства компенсации реактивной мощности и регулирования напряжения: синхронные генераторы; синхронные компенсаторы; статические источники реактивной мощности; батареи конденсаторов; устройства FACTS; устройства РПН, их регулировочные характеристики.

Тема 7. Методы расчета и анализа потерь мощности и электрической энергии в электрических сетях – 6 акад. час.

Общая характеристика проблемы потерь электроэнергии. Расчет потерь мощности и электроэнергии в элементах ЭЭС. Анализ потерь мощности и электроэнергии. Основные мероприятия, направленные на снижение потерь электроэнергии.

Тема 8. Методы регулирования частоты – 2 акад. часа.

Первичное, вторичное и третичное регулирования частоты. Противоаварийные мероприятия при снижении частоты в электроэнергетических системах.

6.2. Практические занятия

Практические занятия проводятся с целью закрепления знаний, полученных при изучении теоретического курса.

Тематика практических занятий приведена в таблице ниже.

№ п/п.	Наименование темы	Кол-во акад. часов
5 семестр – 18 академических часов		
1.	Расчет параметров электрических схем замещения ЛЭП	2
2.	Расчет параметров схем замещения трансформаторов и автотрансформаторов	2
3.	Составление схем замещения электрической сети. Определение приведенной и расчетной нагрузок узла	2
4.	Расчет режимов в разомкнутых сетях	2
5.	Расчет режимов в кольцевых сетях	2
6.	Расчет режимов в сетях с двухсторонним питанием	2
7.	Выбор ответвлений РПН трансформаторов, автотрансформаторов, линейных регуляторов	4
8.	Расчет режимов в сетях с несколькими номинальными напряжениями	2
6 семестр – 18 академических часов		
1.	Расчет вероятностных характеристик графиков нагрузки подстанций и режимных характеристик сети.	2
2.	Разработка и технический анализ вариантов конфигурации электрической сети. Определение рационального напряжения сети.	2
3.	Выбор числа и мощности силовых трансформаторов на ПС. Выбор и проверка сечений воздушных и кабельных линий	4
4.	Расчет экономических показателей электрических сетей. Выбор оптимального варианта схемы электрической сети.	2
5.	Компенсация реактивной мощности	4

№ п/п.	Наименование темы	Кол-во акад. часов
6.	Преобразование и эквивалентирование схем электрических сетей сложной конфигурации	2
7.	Определение потерь электроэнергии в электрической сети.	2

6.3. Лабораторные работы

Лабораторные работы проводятся в 6 семестре. Тематика лабораторных работ приведена в таблице

№ п/п	Наименование лабораторной работы	Кол-во акад. часов
1.	Построение и анализ графиков электрической нагрузки подстанций	2
2.	Исследование симметричного установившегося режима работы разомкнутой электрической сети	4
3.	Исследование симметричного установившегося режима работы замкнутой сети с двумя источниками питания	4
4.	Расчет и анализ установившегося режима с помощью промышленных ПВК	4
5.	Исследование несимметричного установившегося режима работы электрической сети	2
6.	Регулирование напряжения и активной мощности генератора, работающего в параллель с электрической системой	2

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	№ раздела дисциплины	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоёмкость в акад. часах
5 семестр			
1	1	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных заданий и подготовка к практическому занятию; проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение	2 4 6
2	2	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных заданий и подготовка к практическому занятию; проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение	4 8 6
3	3	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных заданий и подготовка к практическому занятию; проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение	1 2 3
4		Подготовка к экзамену	36
6 семестр			
1	1	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных заданий и подготовка к практическому занятию; подготовка к лабораторной работе;	2 2 2

№ п/п	№ раздела дисциплины	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоёмкость в акад. часах
		проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение	3
2	2	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных заданий и подготовка к практическому занятию; подготовка к лабораторной работе; проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение	2 2 2 3
3	3	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных заданий и подготовка к практическому занятию; подготовка к лабораторной работе; проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение	2 2 2 3
4		Выполнение курсового проекта	36
5		Подготовка к экзамену	36

Курсовой проект

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.

Примерная тематика курсовых проектов:

Проектирование электрической сети указанного энергорайона Приморского края;

Проектирование электрической сети указанного энергорайона в Амурской области;

Проектирование электрической сети указанного энергорайона Хабаровского края;

Проектирование электрической сети Южноякутского энергорайона;

Проектирование электрической сети указанного энергорайона Еврейской автономной области.

Ниже приведен пример типового бланка задания на курсовой проект, содержание которого заполняется индивидуально для каждого студента.

ЗАДАНИЕ № ____

на курсовой проект по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети»

Студент _____ группа _____ Дата выдачи задания «__» _____ 20__

Задание выдал _____ Задание принял(а) _____

ФИО руководителя проекта, подпись

Подпись студента

Тема проекта: _____

Спроектировать электрическую сеть для подключения подстанций А–Е.

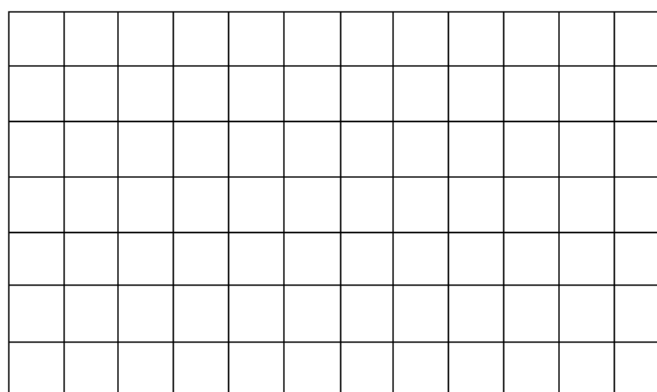
Данные о нагрузках подстанций

Исходные данные		Подстанция					
		А	Б	В	Г	Д	Е
Суммарная установленная мощность, МВт							
Коэффициент реактивной мощности нагрузки, tgφ							
Состав потребителей по категориям надежности, %	1 категория						
	2 категория						
	3 категория						
Желаемое напряжение вторичной сети, кВ							

Наименование источника питания		
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	_____ $U_{ном}$	_____ $U_{ном}$

Продолжительность использования наибольшей нагрузки $T_{макс}$, час. _____
 Коэффициент реактивной мощности, задаваемый энергосистемой, tgφ _____
 Коэффициент попадания в максимум нагрузки системы _____

Схема сети



Масштаб в 1 см _____ км

В процессе проектирования для одного из энергорайонов Дальнего Востока студенты разрабатывают следующие вопросы:

- 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.

Графическая часть проекта выполняется на двух листах и включает в себя: варианты конфигурации и схемы построения электрической сети; подробную однолинейную элек-

трическую схему оптимального варианта сети; схему замещения сети и результаты расчета и анализа установившихся режимов.

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся:

1. Савина, Н.В. Электроэнергетические системы и сети, часть первая [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Савина. – Благовещенск : Амурский гос. ун-т, 2014. – 177 с. - Режим доступа : http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7062.pdf
2. 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
3. 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
4. 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
5. 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

Периодические издания (журналы):
 «Электрические станции»
 «Энергетик»

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации дисциплины «Электроэнергетические системы и 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; работа в команде, проектный метод.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 36 академических часов.

Перечень занятий, проводимых в активной и интерактивной форме

Тема	Наименование активных/ интерактивных форм обучения	Количество акад. часов
Лекции 5 семестр		
Схемы электрических сетей	Разбор конкретных ситуаций	4
Конструкции линий электрических сетей	Работа в команде	4
Расчет режимов разомкнутых электрических сетей	Проблемная лекция	4
Балансы активной и реактивной	Проблемная лекция	2

Тема	Наименование активных/ интерактивных форм обучения	Количество акад. часов
мощности в энергосистеме		
Лекции 6 семестр		
Исходные данные для проектирования электрических сетей	Проблемная лекция	4
Технико-экономические основы проектирования электрических сетей	Проектный метод	4
Особые режимы электроэнергетических систем	Работа в команде	4
Регулирование напряжения в электроэнергетических системах	Разбор конкретных ситуаций	2
Практические занятия 5 семестр		
Выбор ответвлений РПН трансформаторов, автотрансформаторов, линейных регуляторов	Разбор конкретных ситуаций, дискуссии	2
Расчет режимов в сетях с несколькими номинальными напряжениями	Кейс-метод	2
Практические занятия 6 семестр		
Преобразование и эквивалентирование схем электрических сетей сложной конфигурации	Разбор конкретных ситуаций, дискуссии	2
Компенсация реактивной мощности	Кейс-метод	2

9. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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 «Электроэнергетические системы и сети».

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 контрольные вопросы к защите курсового проекта, вопросы и задания к экзамену.

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. Расчет простой замкнутой сети с двумя точками потококораздела.
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 трехобмоточных трансформаторах
62. Выбор ответвлений РПН в автотрансформаторах.
63. Линейные регуляторы и область их применения. Выбор ответвлений линейных регуляторов.
64. Расчет 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.

6 семестр

Вопросы к экзамену

1. Тенденции и перспективы развития электроэнергетических систем.
2. Цели и задачи проектирования электроэнергетических систем
3. Исходные данные для проектирования электрических сетей, электроэнергетических систем, их достоверность и полнота
4. Графики электрических нагрузок (ГЭН) и их анализ при проектировании электрических сетей
5. Построение ГЭН подстанций из типовых графиков при различных способах задания информации
6. Долгосрочное прогнозирование ГЭН
7. Практическое применение формулы сложных процентов при прогнозировании электрических нагрузок
8. Переход от реальных ГЭН к ГЭН в относительных единицах и построение прогнозируемого ГЭН

9. Влияние режимов работы потребителей на формирование ГЭН подстанций
10. Понятие «Число часов использования наибольшей нагрузки» и его определение
11. Техничко-экономические основы проектирования электрических сетей
12. Характеристика района проектирования электрической сети
13. Общие требования к схемам электрических сетей. Принципы формирования вариантов конфигурации электрической сети
14. Выбор схем построения сети. Принципы технического отбора конкурентоспособных вариантов сетей при проектировании
15. Учет фактора надежности при проектировании электрических сетей
16. Критерии выбора оптимального варианта, алгоритм выбора
17. Капитальные вложения
18. Эксплуатационные издержки
19. Чистый дисконтированный доход, эквивалентные годовые расходы (годовые приведенные затраты) и срок окупаемости капитальных затрат.
20. Техничко-экономическое сравнение вариантов электрической сети. Выбор оптимального варианта схемы электрической сети при проектировании
21. Определение потерь электрической энергии при проектировании электрической сети
22. Выбор рационального напряжения сети
23. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов на ПС
24. Определение сечения проводов и кабелей по экономической плотности тока
25. Определение сечения проводов по экономическим токовым интервалам
26. Определение сечений линий в распределительных сетях по допустимой потере напряжения
27. Особенности выбора и проверки сечений в замкнутых сетях
28. Проверка сечений линий по нагреву длительно допустимым током
29. Проектирование схем электрических сетей
30. Основы расчета нормальных режимов сложных электрических сетей
31. Представление системы уравнений узловых напряжений (УУН) для ее решения на ПК. Раздельное решение уравнений узловых напряжений
32. Сходимость решения уравнений установившегося режима
33. Существование решения системы УУН
34. Единственность решения нелинейных УУН
35. Чувствительность решения нелинейных УУН
36. Преобразование сети при расчете режимов электроэнергетических систем большой сложности
37. Исключение узлов при расчете режимов электроэнергетических систем большой сложности
38. Метод расщепления сети. Расчеты однородных сетей
39. Расчет системы УУН при перспективном проектировании схем энергосистем
40. Учет слабой заполненности матрицы узловых проводимостей
41. Методы эквивалентирования сети
42. Эквивалентирование при расчетах УУН систем большой сложности
43. Разделение электроэнергетических систем на подсистемы при расчете режимов
44. Методы решения уравнений узловых напряжений.
45. Матричные и топологические методы расчета режимов электроэнергетических систем
46. Способы задания параметров элементов схемы, нагрузочных и генераторных узлов. Балансирующий узел
47. Расчет режимов с помощью промышленных программно-вычислительных комплексов
48. Анализ установившихся режимов

49. Особые режимы электрических сетей и их анализ
50. Источники, вызывающие особые режимы в электрической сети
51. Симметрирование режима
52. Порядок расчета неполнофазного режима
53. Условия допустимости работы с длительно неполнофазным режимом
54. Представление системы УУН для анализа несинусоидальных режимов
55. Источники и потребители реактивной мощности
56. Балансовая задача компенсации реактивной мощности
57. Экономическая задача компенсации реактивной мощности
58. Регулирование напряжения в сети продольной компенсацией реактивной мощности
59. Регулирование напряжения в сети поперечной компенсацией реактивной мощности
60. Технические средства компенсации реактивной мощности и регулирования напряжения
61. Расчет потерь мощности и электроэнергии в элементах электрических сетей.
62. Анализ потерь мощности и электроэнергии.
63. Основные мероприятия по снижению потерь электроэнергии.
64. Первичное, вторичное и третичное регулирования частоты
65. Противоаварийные мероприятия при снижении частоты в электроэнергетических системах

Задания для экзамена сформированы в виде инженерных задач, включающих в себя проектирование электрических сетей, регулирование напряжения с помощью компенсирующих устройств, преобразование сложносвязанных электрических сетей для расчета режимов, использование практических приемов для ускорения расчетов режимов на ПК, представление схем электрической сети и ее параметров для расчета на ПК, анализ особых режимов.

Вопросы к защите курсового проекта (6 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.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная литература:

1. Розанов, Ю.К. Основы современной энергетики. Том 2. Современная электроэнергетика. [Электронный ресурс] : учеб. / Розанов Ю.К., Старшинов В.А., Серебрянников С.В.. — Электрон. дан. — М. : Издательский дом МЭИ, 2010. — 632 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/72256>

2. Савина, Н.В. Электроэнергетические системы и сети, часть первая [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Савина. – Благовещенск : Амурский гос. ун-т, 2014. – 177 с. - Режим доступа : http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7062.pdf

б) дополнительная литература:

1. Экономика и управление энергетическими предприятиями [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений / Т.Ф. Басова [и др.] / под ред. Н.Н. Кожевникова. – М. : Издательский центр «Академия», 2004. – 432 с.
2. Электрические системы. Электрические сети [Текст] : учеб. для электроэнерг. спец. вузов / ред. В. А. Веников. -2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1998. - 512 с.
3. Электротехнический справочник. Том 3: Производство, передача и распределение электрической энергии. [Электронный ресурс] : справ. — Электрон. дан. — М. : Издательский дом МЭИ, 2009. — 964 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/72341>
4. Справочник по проектированию электрических сетей [Текст] / под ред. Д. Л. Файбисовича. - 3-е изд., перераб. и доп. – М. : ЭНАС, 2009. - 391 с.
5. Пospelов, Г.Е. Электрические системы и сети: проектирование [Текст] : учеб. пособие / Г. Е. Пospelов, В. Т. Федин. - 2-е изд., испр. и доп. - Минск : Высш. шк., 1988. - 308 с.
6. 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.
7. Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии [Текст] : учеб. пособие / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. - М. : КНОРУС, 2012. – 648 с.
8. Ушаков, В. Я. Электроэнергетические системы и сети : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. Я. Ушаков. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 446 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-00649-0. — Режим доступа : <http://www.biblio-online.ru/book/22CAF331-A36E-4A5D-A512-EF7D3D51F554>
9. Ковалев И.Н. Электроэнергетические системы и сети [Электронный ресурс] : учебник / И.Н. Ковалев. — Электрон. текстовые данные. — М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2015. — 364 с. — 978-5-89035-813-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45349.html>
10. Лыкин, А. В. Электроэнергетические системы и сети : учебник для вузов / А. В. Лыкин. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 360 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-04321-1. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/0708239C-0BAF-4AB2-9959-ED70AFE42F7E
11. Калинин В.Ф. Надёжность систем электроснабжения [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Ф. Калинин, А.В. Кобелев, С.В. Кочергин. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2011. — 81 с. — 978-5-8265-1042-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64126.html>

в) 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.

г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Перечень программного обеспечения (обеспеченного лицензией)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Операционная система MS Windows 7 Pro	Операционная система MS Windows 7 Pro - DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года
2	Операционная система MS Windows 10 Education	Операционная система MS Windows 10 Education – DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года.
3	RastrWin3 Базовый комплекс	RastrWin3 Базовый комплекс - №0323100012213000182-0001592-01/1144 от 31.12.2013
4	RastrWin3 Оптимизация режима	RastrWin3 Оптимизация режима - №0323100012213000181-0001592-01/1143 от 31.12.2013.
5	Mathcad Education – University Edition	Mathcad Education – University Edition – 25 раб. мест по Software Order Fulfillment Confirmation, Service Contract #4A1934168 от 18.12.2014

№	Перечень программного обеспечения (свободно распространяемого)	Реквизиты подтверждающих документов (при наличии)
1	Mozilla	Бесплатное распространение по лицензии MPL 2.0 https://www.mozilla.org/en-US/MPL/
2	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
3	Firefox	Бесплатное распространение по лицензии MPL 2.0 https://www.mozilla.org/en-US/MPL/
3	WinDjView	бесплатное распространение по лицензии GNU GPL http://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.htm
4	LibreOffice	бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	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 гумани-

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
		тарным наукам. В пакете Инженерно- Технические науки содержится коллекция Издательского дома МЭИ
2	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
3	ЭБС ЮРАЙТ https://www.biblio-online.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

г) официальные сайты энергетических предприятий-партнеров

Наименование сайта	Краткая характеристика
http://www.drsk.ru/	Акционерное общество «Дальневосточная распределительная сетевая компания» (АО «ДРСК») осуществляет деятельность по передаче и транспортировке электрической энергии по распределительным сетям на территории Амурской области, Хабаровского края, Еврейской автономной области, Приморского края, Южного района республики САХА (Якутия)
http://www.burges.rushydro.ru/	<p>Филиал Публичного акционерного общества «Федеральная гидрогенерирующая компания» – «Бурейская ГЭС» (сокращенное наименование – Филиал ПАО «РусГидро» – «Бурейская ГЭС») создан на основании решения Совета директоров ОАО «ГидроОГК» от 27.08.2007</p> <p>Основные функции в Дальневосточной энергосистеме: выдача мощности и выработка электроэнергии; принятие неравномерной нагрузки; участие в регулировании основных параметров энергосистемы; обеспечение аварийного резерва, как кратковременного по мощности, так и длительного – по энергии; резкое повышение надежности функционирования всей энергосистемы региона</p>
http://www.zges.rushydro.ru/	<p>Филиал Публичного акционерного общества «Федеральная гидрогенерирующая компания» – «Зейская ГЭС» (сокращенное наименование – Филиал ПАО «РусГидро» – «Зейская ГЭС») создан на основании решения Совета директоров ОАО «ГидроОГК» от 27.08.2007.</p> <p>В Дальневосточной энергосистеме Зейская ГЭС</p>

Наименование сайта	Краткая характеристика
	осуществляет следующие функции: выдача мощности и выработка электроэнергии; регулирование частоты; прием суточных и недельных неравномерностей нагрузки по энергосистеме; аварийный резерв, как кратковременный по мощности, так и длительный по энергии
http://www.soups.ru/index.php?id=rdu_amur	Филиал АО «СО ЕЭС» «Региональное диспетчерское управление энергосистемы Амурской области» (Амурское РДУ) осуществляет функции оперативно-диспетчерского управления объектами электроэнергетики на территории Амурской области, а также Алданского и Нерюнгринского районов (улусов) Республики Саха (Якутия) и входит в зону операционной деятельности Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Востока
http://www.dvec.ru/amur-blag/	<p>Публичное акционерное общество «Дальневосточная энергетическая компания» (ПАО «ДЭК») образовано путем слияния региональных энергосистем Дальнего Востока и осуществляет деятельность на территории Приморья, Хабаровского края, Амурской области, ЕАО.</p> <p>Филиал «Амурэнергосбыт» поставляет электроэнергию потребителям на территории Амурской области</p>
http://www.fsk-ees.ru/	<p>Публичное акционерное общество «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы» (ПАО «ФСК ЕЭС») 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.</p> <p>Амурское ПМЭС (Амурское предприятие магистральных электрических сетей) – предприятие, входящее в состав филиала ПАО «ФСК ЕЭС» – МЭС Востока и осуществляющее эксплуатацию линий электропередачи (ЛЭП) и подстанций (ПС) напряжением 220 кВ и сверхвысокого напряжения (500 кВ) в Амурской области и на юге Республики Саха (Якутия)</p>

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические рекомендации по изучению теоретического курса

В ходе лекционных занятий обучающиеся получают необходимую для понимания дисциплины информацию в сочетании с последними достижениями науки и техники. В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Нужно обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Следует задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных

ситуаций. Рекомендуется дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной рабочей программой, а также из статей и монографий, направленность которых соответствует тематике дисциплины.

В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях, подготовить краткие ответы на теоретические вопросы соответствующей темы. Нужно тщательно проработать лекционный материал и соответствующие учебные пособия. При этом следует учесть рекомендации преподавателя и требования рабочей программы. Необходимо разобрать решения типовых задач и заданий. Подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на практические занятия. При выполнении индивидуальных заданий следует обращаться к сайтам энергетических компаний, пользоваться электрическими схемами электрических станций и электрических сетей Дальневосточного региона. Практические занятия способствуют развитию аналитических и творческих способностей, формированию компетенций, на освоение которых направлена данная дисциплина.

Методические указания к самостоятельной работе

Одним из основных видов деятельности студента является самостоятельная работа, которая включает в себя изучение лекционного материала, учебников и учебных пособий, публикаций, первоисточников, подготовку индивидуальных заданий, выступления на групповых занятиях, выполнение заданий преподавателя.

Самостоятельная работа по изучению дисциплины делится на аудиторную и внеаудиторную.

Аудиторная самостоятельная работа выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя. Кроме того, самостоятельная работа под руководством преподавателя подразумевает консультации и помощь при выполнении индивидуального задания, консультации по разъяснению материала, вынесенного на самостоятельную проработку, консультации по выполнению типовых заданий.

Методика самостоятельной работы предварительно разъясняется преподавателем и в последующем может уточняться с учетом индивидуальных особенностей студентов. Преподаватель в начале изучения дисциплины предоставляет обучающимся список учебно-методических материалов. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций в изучении рекомендованной литературы. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовых проектов и выполнении ВКР.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Студентам рекомендуется получить в научной библиотеке университета учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины, либо воспользоваться ЭБС, указанными в рабочей программе. Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Вся рекомендуемая для изучения курса литература подразделяется на основную и дополнительную и приводится в п. 10 рабочей программы. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия).

Необходимость изучения дополнительной литературы, профессиональных баз данных диктуется прежде всего тем, что в учебной литературе (учебниках) зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение новые доку-

менты, события, явления, научные открытия последних лет. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала. Здесь целесообразно пользоваться периодическими изданиями и нормативной литературой по электроэнергетике.

Групповая и индивидуальная консультация

Разъяснение является основным содержанием данной формы занятий, наиболее сложных вопросов изучаемого программного материала. Цель – максимальное приближение обучения к практическим интересам с учетом имеющейся информации и является результативным материалом закрепления знаний. Групповая консультация проводится в следующих случаях:

когда необходимо подробно рассмотреть практические вопросы, которые были недостаточно освещены или совсем не освещены в процессе лекции;

с целью оказания помощи в самостоятельной работе.

Групповая консультация может быть проведена в режиме on-line через личные кабинеты обучающихся и преподавателя.

Индивидуальная консультация проводится по запросу обучающегося в виде контактной работы, либо в режиме on-line или off-line через электронную информационно-образовательную среду.

Методические рекомендации студентам при подготовке к лабораторным работам

Важной составной частью учебного процесса в вузе являются лабораторные занятия. Цель лабораторной работы – научить студентов самостоятельно производить необходимые действия для достижения желаемого результата. Прежде чем приступить к выполнению лабораторной работы, студенту необходимо ознакомиться с теоретическим материалом, соответствующим данной теме.

Выполнение лабораторной работы целесообразно разделить на несколько этапов:

- формулировка и обоснование цели работы;
- определение теоретического аппарата, применительно к данной теме;
- выполнение заданий;
- анализ результата;
- выводы.

Индивидуальные задания для лабораторных работ представлены конкретно-практическими заданиями. Начиная подготовку к лабораторному занятию, необходимо, прежде всего, освоить теоретический материал, соответствующий теме лабораторной работы, затем следует разобраться с соответствующим лабораторным оборудованием и с порядком проведения самой работы.

По результатам выполнения и защиты лабораторной работы студент получает оценку, которая учитывается при выставлении общей оценки по экзамену..

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата).

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, указанное выше. Материал лекций представлен в виде презентаций.

Лабораторные работы проводятся в лаборатории, оснащенной специальным лабораторным оборудованием.

ПРИЛОЖЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети»

направление подготовки 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника"

направленность (профиль) образовательной программы: Электроэнергетика

В соответствии с учебным планом для заочной формы обучения предусмотрено

Год набора 2018

Экзамен 4, 4 курс, 18 (акад. час.)

Лекции 20 (акад. час.)

Лабораторные работы 4 (акад. час.)

Практические занятия 16 (акад. час.)

Самостоятельная работа 266 (акад. час.)

Курсовой проект 4 курс

Общая трудоемкость дисциплины 324 (акад. час.), 9 (з.е.)

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Раздел дисциплины	Курс	Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в академических часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
1	Структура и характеристики ЭЭС, электрических сетей	4	4		2	30	Выполнение контрольных заданий
2	Расчет установившихся режимов	4	4		4	57	Выполнение контрольных заданий
3	Рабочие режимы электроэнергетических систем	4	2		2	30	Выполнение контрольных заданий
	ИТОГО		10		8	117	Экзамен (9 акад. час.)
1	Проектирование электрических сетей	4	4	2	4	38	Выполнение контрольных заданий
2	Расчет установившихся режимов сложных электроэнергетических систем	4	4	2	2	38	Выполнение контрольных заданий
3	Повышение эффективности и надежности функционирования электроэнергетических систем	4	2		2	37	Выполнение контрольных заданий
4	Курсовой проект	4				36	Контроль хода выполнения курсового проекта
	ИТОГО		10	4	8	149	Экзамен (9 акад. час.)

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Тема дисциплины	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоемкость в акад. часах
1	Структура и характеристики ЭЭС, электрических сетей	Проработка лекционного материала. Выполнение контрольных заданий.	30
2	Расчет установившихся режимов		57
3	Рабочие режимы электроэнергетических систем		30
	ИТОГО		117
1	Проектирование электрических сетей	Проработка лекционного материала. Выполнение контрольных заданий.	38
2	Расчет установившихся режимов сложных электроэнергетических систем		38
3	Повышение эффективности и надежности функционирования электроэнергетических систем		37
4	Курсовой проект	Выполнение курсового проекта	36
	ИТОГО		149