

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института заочного обучения
М.Н. Нестеров
« 15 » 10 2015 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор энергетического института
А.В. Белоусов
« 15 » 10 2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль подготовки

Электроснабжение

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

Очно-заочная

Энергетический институт

Кафедра электроэнергетики и автоматики

Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 955 от 3 сентября 2015 г;
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель: канд. техн. наук доцент _____  А.В. Белоусов

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроэнергетики и автоматики

« 13 » _____ 10 _____ 2015 г., протокол № 2

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент _____  А.В. Белоусов

Рабочая программа одобрена методической комиссией энергетического института

« 15 » _____ 10 _____ 2015 г., протокол № 2

Председатель: канд. техн. наук, доцент _____  А.Н. Семернин

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-3	способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: основу конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи; типы конфигурации электрических сетей и способы присоединений подстанций; цели, задачи, принципы и общий алгоритм проектирования электрических сетей; методы и алгоритмы проектирования электрических сетей; алгоритмы выбора номинальных напряжений, конфигурации сети, параметров элементов электрических сетей; балансы активной мощности и ее связь с частотой; балансы реактивной мощности и ее связь с напряжением</p> <p>Уметь: классифицировать электрические сети; составлять и анализировать конкурентоспособные варианты конфигурации электрической сети с учетом фактора надежности; выбирать номинальное напряжение сети; проводить компенсацию реактивной мощности; выбирать сечения проводов и кабелей, силовые трансформаторы в сетях различных назначений и номинальных напряжений; составлять и обеспечивать балансы активной и реактивной мощностей в ЭЭС</p> <p>Владеть: навыками проектирования на вариантной основе электрических сетей и использования справочной литературы; навыками выбора оптимальных для рассматриваемой схемы электрической сети параметров</p>
2	ПК-4	способность проводить обоснование проектных решений	<p>Знать: критерии выбора оптимального варианта электрической сети; технико-экономические основы проектирования электроэнергетических систем и сетей</p> <p>Уметь: рассчитывать технико-экономические показатели вариантов сети и выбирать рациональный вариант схемы сети</p> <p>Владеть: навыками оценки надёжности конфигурации электрической сети; навыками расчёта чистого дисконтированного дохода; эквивалентных годовых расходов (годовых приведенных затрат) и срока окупаемости капитальных затрат</p>
Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	

Профессиональные		
3	ПК-6	<p>способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности</p> <p>Знать: схемы замещения линий, трансформаторов и автотрансформаторов; методы преобразования и эквивалентирования сети; методы расчета режимов работы электроэнергетических систем и сетей; методы регулирования напряжения, компенсации параметров и реактивной мощности в электрических сетях; мероприятия по снижению потерь мощности и энергии в электрических сетях</p> <p>Уметь: составлять схемы замещения и определять параметры схемы замещения основных элементов электроэнергетических систем и сетей; рассчитывать установившиеся режимы электроэнергетических систем и сетей; выбирать средства регулирования напряжения на понижающих подстанциях, в электрической сети; анализировать рабочие режимы электроэнергетической системы; проводить компенсацию реактивной мощности; определять потери мощности и электроэнергии и выбирать мероприятия по их оптимальному снижению</p> <p>Владеть: навыками анализа и составления электрических схем электрических сетей; навыками составления схем замещения электрических сетей; навыками расчета параметров режима электрических сетей; навыками расчетов режимов сложных систем и анализа результатов расчетов режимов работы электроэнергетических систем и сетей; навыками обеспечения условий выполнения балансов в ЭЭС; навыками регулирования напряжения в электрических сетях</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Культура речи и делового общения
2	Проблемы самоорганизации и самообразования
3	Экономика
4	Математика
5	Физика
6	Начертательная геометрия и инженерная графика
7	Общая энергетика
8	Теоретические основы электротехники
9	Теоретическая механика

10	Экология
11	Электрические аппараты
12	Электрические машины
13	Особенности профессиональной деятельности
14	Основы безопасной работы на электроустановках
15	Электрические измерения
16	Электротехническое материаловедение
17	Автоматизированные системы контроля и учета энергии
18	Электромагнитные и электромеханические переходные процессы
19	Электроснабжение
20	Электрчисеские станции и подстанции
21	Пакеты прикладных программ в электроэнергетике
22	Проектирование систем электроснабжения

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Техника высоких напряжений
2	Электрофизические процессы в диэлектриках
3	Релейная защита и автоматика
4	Коммутационные и защитные аппараты
5	Преддипломная практика
6	Государственная итоговая аттестация

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зач. единиц, 252 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 9
Общая трудоемкость дисциплины, час	252	252
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	85	85
лекции	34	34
лабораторные	17	17
практические	34	34
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	167	167
Курсовой проект	54	54
Курсовая работа	–	–
Расчетно-графическое задания	–	–
Индивидуальное домашнее задание	–	–
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	77	77
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	36	Экзамен (36 ч)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1 Наименование тем, их содержание и объем
Курс 5 Семестр 9

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Структура и характеристики ЭЭС, электрических сетей					
1.1	Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях. Классификация электрических сетей. Типы конфигураций электрических сетей. 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.	2	2	–	3
1.2	Конструктивные элементы воздушных линий электропередачи (ЛЭП). Провода воздушных линий и тросы. Опоры: их классификация и конструктивное исполнение, область применения; линейная арматура; изоляторы. Классификация и конструктивное исполнение кабелей.	2	–	2	3
2. Проектирование электроэнергетических систем и сетей					
2.1	Исходные данные для проектирования электрических сетей, электроэнергетических систем. 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.	2	2	–	3
2.2	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. Учет фактора надежности при проектировании электрических сетей.	2	2	–	4
2.3	Выбор рационального напряжения сети. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов на подстанциях с учётом компенсации реактивной мощности.	2	2	–	3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
2.4	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.	2	2	–	4
2.5	Технико-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. Технико-экономическое сравнение вариантов электрической сети.	2	4	–	6
3. Расчет установившихся режимов					
3.1	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.	2	1	–	3
3.2	Схемы замещения двухобмоточных, трехобмоточных трансформаторов, трансформаторов с расщепленными обмотками, автотрансформаторов и расчет их параметров.	2	1	–	2
3.3	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.	1	1	–	3
3.4	Расчет режима электрической сети по данным «конца» и по данным «начала» при заданном токе нагрузки, мощности нагрузки. Построение векторных диаграмм при расчете режимов.	3	3	3	7
3.5	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.	2	4	3	10
3.6	Определение напряжения на стороне низшего напряжения трансформатора. Расчет режимов сети с различными номинальными напряжениями. Порядок расчета режима сети любой конфигурации.	2	2	2	6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
3.7	Регулирование напряжения с помощью ответвлений РПН трансформаторов, автотрансформаторов и линейных регуляторов.	2	2	2	5
3.8	Балансы мощностей в электроэнергетической системе. Баланс реактивной мощности и ее связь с напряжением. Генерация реактивной мощности. Потребление реактивной мощности. 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.	2	2	2	5
3.9	Основы расчета нормальных режимов сложных электрических сетей и систем. Специфика расчетов сложных систем. Преобразование сети и исключение узлов. Учет слабой заполненности матриц. Преобразования сети при расчете режимов электроэнергетических систем большой сложности.	2	2	–	4
3.10	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.	2	2	3	6
	ВСЕГО	34	34	17	77

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 9				
1	Структура и характеристики ЭЭС, электрических сетей	Выбор типовых схем электрических соединений подстанций. Составление схем соединения электрических сетей	2	2
2	Проектирование электроэнергетических систем и сетей	Расчет вероятностных характеристик графиков нагрузки подстанций и режимных характеристик сети	2	2
3	Проектирование электроэнергетических систем и сетей	Разработка и технический анализ вариантов конфигурации электрической сети.	2	2
№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС

семестр № 9				
4	Проектирование электроэнергетических систем и сетей	Определение рационального напряжения сети. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов на ПС.	2	2
5	Проектирование электроэнергетических систем и сетей	Выбор и проверка сечений воздушных и кабельных линий	2	2
6	Проектирование электроэнергетических систем и сетей	Расчёт потерь электроэнергии в электрической сети и экономических показателей электрических сетей.	2	2
7	Проектирование электроэнергетических систем и сетей	Выбор оптимального варианта схемы электрической сети	2	2
8	Расчет установившихся режимов	Расчет параметров электрических схем замещения ЛЭП, трансформаторов и автотрансформаторов. Составление схем замещения электрической сети	2	2
9	Расчет установившихся режимов	Определение приведенной и расчетной нагрузок узла. Расчет режимов в разомкнутых сетях	2	2
10	Расчет установившихся режимов	Определение приведенной и расчетной нагрузок узла. Расчет режимов в разомкнутых сетях	2	2
11	Расчет установившихся режимов	Расчет режимов в кольцевых сетях	2	2
12	Расчет установившихся режимов	Расчет режимов в сетях с двухсторонним питанием	2	2
13	Расчет установившихся режимов	Определение напряжения на стороне НН трансформатора. Расчет режимов сети с различными номинальными напряжениями	2	2
14	Расчет установившихся режимов	Выбор ответвлений РПН	2	2
15	Расчет установившихся режимов	Балансы мощностей в электроэнергетической системе. Методы регулирования напряжения	2	2
16	Расчет установившихся режимов	Преобразование и эквивалентирование схем электрических сетей сложной конфигурации	2	2
17	Проектирование электроэнергетических систем и сетей; расчет установившихся режимов	Обзор задач по всем темам разделов	2	2
ИТОГО:			34	34

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 9				
1	Расчет установившихся режимов	Расчет и анализ установившихся режимов в программной среде MathCad	6	6

2	Расчет установившихся режимов	Расчет и анализ установившихся режимов с помощью промышленных программно-вычислительных комплексов	6	6
3	Расчет установившихся режимов	Моделирование установившихся режимов работы воздушной линии электропередачи на компьютеризованном стенде ЭЭ1-Б-С-К с использованием продольной и поперечной компенсации	5	5
ИТОГО:			17	17

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Структура и характеристики ЭЭС, электрических сетей	<ol style="list-style-type: none"> 1. Понятия: энергетическая система, электроэнергетическая система, электрическая станция, электрическая сеть. 2. Классификация электрических сетей. 3. Стандартный ряд номинальных напряжений и наибольшие рабочие значения напряжений. 4. Преимущества объединённых энергосистем. 5. Питающие сети, пример. 6. Системообразующие сети, пример. 7. Распределительные сети, пример. 8. Местные электрические сети, пример. 9. Понятие "Число часов использования наибольшей нагрузки" и его определение 10. Конструктивные элементы ВЛЭП. 11. Назначение проводов, тросов, изоляторов, опор, линейной арматуры. 12. Требования к материалу проводов ВЛЭП 13. Конструктивное исполнение проводов, марки проводов. 14. Марки грозозащитных тросов и области их применения. 15. Какие бывают опоры? Их назначение. 16. Конструктивное исполнение деревянных опор, область их применения. 17. Конструктивное исполнение железобетонных опор, область их применения. 18. Конструктивное исполнение металлических опор, область их применения. 19. Унификация конструкций металлических и железобетонных опор. Шифры опор. 20. Высота опоры, длина пролёта, стрела провеса. 21. Ориентировочные значения длин пролётов ВЛЭП различных номинальных напряжений. 22. Расположение проводов на опоре. 23. Транспозиция проводов, её цель.

		<p>24. Классификация линейных изолирующих подвесок, их конструктивное исполнение.</p> <p>25. Виды линейной арматуры, её назначение.</p> <p>26. Классификация кабелей.</p> <p>27. Конструктивное исполнение кабелей.</p> <p>28. Кабели напряжением до 1 кВ.</p> <p>29. Кабели напряжением 3 – 10 кВ.</p> <p>30. Кабели напряжением 20, 35 кВ.</p> <p>31. Маслонаполненные кабели.</p> <p>32. Маркировка кабелей, примеры.</p> <p>33. Кабельная арматура, её назначение.</p> <p>34. Прокладка кабелей.</p>
№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
2	Проектирование электроэнергетических систем и сетей	<p>35. Характеристика района проектирования электрической сети</p> <p>36. Какие климатические характеристики нужно знать при проектировании и для чего?</p> <p>37. Расчет электрических нагрузок с помощью вероятностных характеристик.</p> <p>38. Проектирование электрических сетей питающих энергосистем</p> <p>39. Общие требования к схемам электрических сетей. Принципы формирования вариантов конфигурации электрической сети</p> <p>40. Схемы соединения электрической сети.</p> <p>41. Способы присоединения подстанций к электрической сети.</p> <p>42. Схемы электрических соединений подстанций.</p> <p>43. Технический анализ вариантов конфигурации сети. Выбор схемных решений</p> <p>44. Выбор номинального напряжения сети</p> <p>45. Принципы технического отбора конкурентоспособных вариантов сетей при проектировании</p> <p>46. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов с учётом КРМ</p> <p>47. Определение сечения проводов и кабелей по экономической плотности тока</p> <p>48. Определение сечения проводов по экономическим токовым интервалам</p> <p>49. Выбор сечений проводников по нагреву длительно-допустимым током.</p> <p>50. Определение сечений линий в распределительных сетях по допустимой потере напряжения</p> <p>51. Выбор сечения линии из условия его равенства на всех участках</p> <p>52. Выбор сечения линии из условия минимума потерь мощности</p> <p>53. Выбор сечения линии из условия минимума расхода проводникового материала на сооружение линии</p> <p>54. Особенности выбора и проверки сечений в замкнутых сетях</p>

		<p>55. Проверка сечений линий по нагреву длительно допустимым током</p> <p>56. Критерии выбора оптимального варианта электрической сети</p> <p>57. Капитальные вложения</p> <p>58. Эксплуатационные издержки</p> <p>59. Чистый дисконтированный доход, эквивалентные годовые расходы (годовые приведенные затраты) и срок окупаемости капитальных затрат.</p> <p>60. Технико-экономическое сравнение вариантов электрической сети. Выбор оптимального варианта схемы электрической сети при проектировании</p> <p>61. Определение потерь электрической энергии при проектировании электрической сети</p>
№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
3	Расчет установившихся режимов	<p>62. Схемы замещения ВЛЭП и их параметры.</p> <p>63. Схемы замещения кабельных линий, их параметры.</p> <p>64. Каталожные данные трансформаторов, основные понятия и определения.</p> <p>65. Схема соединения обмоток автотрансформатора. Распределение токов при работе автотрансформатора в понижающем режиме.</p> <p>66. Типовая и номинальная мощности автотрансформаторов.</p> <p>67. Схема замещения двухобмоточного трансформатора и её параметры.</p> <p>68. Схема замещения трансформатора с расщепленной обмоткой и её параметры.</p> <p>69. Схема замещения трёхобмоточного трансформатора, её параметры.</p> <p>70. Схема замещения автотрансформатора, её параметры.</p> <p>71. Определение потерь мощности в двухобмоточном трансформаторе.</p> <p>72. Определение потерь мощности в трёхобмоточном трансформаторе и автотрансформаторе.</p> <p>73. Приведенная и расчётная нагрузка узла.</p> <p>74. Схемы электрических сетей.</p> <p>75. Падение и потеря напряжения.</p> <p>76. Расчёт режима ЛЭП при заданном токе нагрузки по данным «конца».</p> <p>77. Расчёт режима ЛЭП при заданном токе нагрузки по данным «начала».</p> <p>78. Построение векторных диаграмм токов и напряжений при расчёте режима ЛЭП.</p> <p>79. Расчёт режимов разомкнутых сетей по данным «конца».</p> <p>80. Расчёт режимов разомкнутых сетей по данным «начала».</p> <p>81. Построение векторных диаграмм токов и напряжений при расчёте режимов разомкнутых сетей.</p> <p>82. Определение потоков мощности на головных участках в простых замкнутых сетях и в сетях с двухсторонним питанием.</p> <p>83. Расчёт кольцевых сетей.</p>

		<p>84. Понятие «точка потококораздела». Как рассчитать кольцевую сеть с двумя точками потококораздела?</p> <p>85. Особенности расчёта режимов в однородных электрических сетях.</p> <p>86. Расчёт режимов сетей с двухсторонним питанием.</p> <p>87. Определение наибольшей потери напряжения.</p> <p>88. Особенности расчёта сетей с равномерно распределённой нагрузкой.</p> <p>89. Определение напряжения на стороне низшего напряжения подстанции с двухобмоточными трансформаторами.</p> <p>90. Определение напряжения на сторонах среднего и низшего напряжений подстанции с трёхобмоточными трансформаторами и автотрансформаторами.</p> <p>91. Расчёт сетей с различными номинальными напряжениями.</p> <p>92. Потребление реактивной мощности.</p>
№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
3	Расчет установившихся режимов	<p>93. Выработка реактивной мощности на электростанциях.</p> <p>94. Выбор компенсирующих устройств.</p> <p>95. Три задачи компенсации реактивной мощности.</p> <p>96. Балансовый расчет компенсации реактивной мощности.</p> <p>97. Основы расчета нормальных режимов сложных электрических сетей</p> <p>98. Представление системы уравнений узловых напряжений (УУН) для ее решения на ПК. Раздельное решение уравнений узловых напряжений</p> <p>99. Преобразование сети при расчете режимов электроэнергетических систем большой сложности</p> <p>100. Исключение узлов при расчете режимов электроэнергетических систем большой сложности</p> <p>101. Методы эквивалентирования сети</p> <p>102. Эквивалентирование при расчетах УУН систем большой сложности</p> <p>103. Методы решения уравнений узловых напряжений.</p> <p>104. Матричные и топологические методы расчета режимов электроэнергетических систем</p> <p>105. Способы задания параметров элементов схемы, нагрузочных и генераторных узлов. Балансирующий узел</p> <p>106. Расчет режимов с помощью промышленных программно-вычислительных комплексов</p> <p>107. Анализ установившихся режимов</p> <p>108. Регулирование напряжения в сети продольной компенсацией реактивной мощности</p> <p>109. Регулирование напряжения в сети поперечной компенсацией реактивной мощности</p> <p>110. Технические средства компенсации реактивной мощности и регулирования напряжения</p> <p>111. Методы расчета потерь мощности и электроэнергии в электрических сетях</p>
4	Вопросы к защите курсового проекта	<p>1. Классификация электрических сетей.</p> <p>2. Стандартный ряд номинальных напряжений и наибольшие рабочие значения напряжений.</p>

		<p>3. Какие бывают опоры? Их назначение.</p> <p>4. Классификация линейных изоляторов, их конструкция.</p> <p>5. Виды линейной арматуры, её назначение.</p> <p>6. Задание нагрузки при расчётах режимов.</p> <p>7. Схемы замещения ВЛЭП и их параметры.</p> <p>8. Схемы замещения трансформаторов и их параметры.</p> <p>9. Схема замещения автотрансформатора, её параметры.</p> <p>10. Определение потерь мощности в трансформаторе.</p> <p>11. Определение потерь мощности в автотрансформаторе.</p> <p>12. Приведенная и расчётная нагрузка узла.</p> <p>13. Схемы электрических сетей.</p> <p>14. Расчёт режимов разомкнутых сетей по данным «начала».</p> <p>15. Расчёт кольцевых сетей.</p> <p>16. Расчёт режимов сетей с двухсторонним питанием.</p> <p>17. Определение наибольшей потери напряжения.</p> <p>18. Определение напряжения на стороне низшего напряжения подстанции с двухобмоточными трансформаторами.</p>
№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
4	Вопросы к защите курсового проекта	<p>19. Определение напряжения на сторонах среднего и низшего напряжений подстанции с трёхобмоточными трансформаторами и автотрансформаторами.</p> <p>20. Расчёт сетей с различными номинальными напряжениями.</p> <p>21. Регулирование напряжения с помощью РПН трансформаторов и линейных регуляторов.</p> <p>22. Выбор ответвлений РПН в двухобмоточных трансформаторах.</p> <p>23. Выбор ответвлений РПН в трехобмоточных трансформаторах.</p> <p>24. Выбор ответвлений РПН в автотрансформаторах.</p> <p>25. Способы присоединения подстанций к электрической сети.</p> <p>26. Схемы электрических соединений подстанций.</p> <p>27. В чем заключается характеристика района проектирования?</p> <p>28. Какие климатические характеристики нужно знать при проектировании и для чего?</p> <p>29. Расчет электрических нагрузок с помощью вероятностных характеристик.</p> <p>30. Выбор номинального напряжения сети.</p> <p>31. Принципы составления вариантов конфигурации электрической сети.</p> <p>32. Выбор сечений проводов ВЛ методом экономических токовых интервалов.</p> <p>33. Технический анализ вариантов конфигурации сети.</p> <p>34. Чистый дисконтированный доход. Среднегодовые эквивалентные затраты.</p> <p>35. Капитальные вложения.</p> <p>36. Эксплуатационные издержки.</p> <p>37. Расчет потерь электроэнергии.</p> <p>38. Три задачи компенсации реактивной мощности.</p> <p>39. Балансовый расчет компенсации реактивной мощности.</p>

		<p>40. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов.</p> <p>41. Схемы распределительных устройств подстанций.</p> <p>42. Подготовка исходной информации для расчета режимов с помощью ПК RastrWin.</p> <p>43. Характеристика ПК, используемых для расчета режимов.</p> <p>44. Проверка правильности расчетов режимов с помощью ПК.</p> <p>45. В чем заключается анализ режимов, и с какой целью его проводят.</p> <p>46. Встречное регулирование напряжения.</p>
--	--	--

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем.

Отдельным видом самостоятельной работы является курсовой проект, в процессе выполнения которого студент применяет практически все умения, полученные в процессе изучения дисциплины, и повышает степень владения следующими навыками: проектирования на вариантной основе электрических сетей и использования справочной литературы; выбора оптимальных для рассматриваемой схемы электрической сети параметров; оценки надёжности конфигурации электрической сети; анализа и составления электрических схем электрических сетей; составления схем замещения электрических сетей; расчета параметров режима электрических сетей; расчетов режимов сложных систем и анализа результатов расчетов режимов работы электроэнергетических систем и сетей; обеспечения условий выполнения балансов в ЭЭС; регулирования напряжения в электрических сетях.

На выполнение курсового проекта учебным планом отводится 54 часа.

Тема курсового проекта: Проектирование районной электрической сети для заданного региона РФ.

В процессе выполнения курсового проекта студенты разрабатывают следующие вопросы:

1. Расчёт вероятностных характеристик нагрузок.
2. Составление 4–5 конкурентно-способных вариантов. Для каждого из вариантов необходимо осуществить выбор номинального напряжения и предварительный выбор схем распределительных устройств подстанций. Технический анализ вариантов. Выбор двух вариантов для дальнейшего анализа осуществляется по минимуму суммарной длины трасс ВЛ в одноцепном исполнении, суммарного количества выключателей и минимуму ступеней трансформации.
3. Для двух выбранных вариантов необходимо осуществить выбор числа и мощности силовых трансформаторов с учётом компенсации реактивной мощности, выбор и проверку сечений проводов ВЛ.
4. Выбор оптимального варианта (осуществляется по минимуму среднегодовых эквивалентных затрат или по максимуму ЧДД).
5. Расчёт нормального установившегося (максимального) режима работы спроектированной сети с регулированием напряжения на сторонах НН подстанций.
6. Расчет тяжелого послеаварийного установившегося режима работы спроектированной сети.
7. Анализ установившихся режимов.
8. Определение себестоимости передачи и распределения электроэнергии по спроектированной сети.

Курсовой проект состоит из пояснительной записки объемом 45–50 страниц (шрифт Times New Roman, размер 14, интервал 1,5) и графической части, которая выполняется на двух листах формата А1.

Графическая часть проекта должна содержать:

- 1) электрические схемы разработанных вариантов электрической сети с указанием длин линий и выбранных марок проводов и силовых трансформаторов, а также результаты технико-экономического анализа вариантов;

2) подробную однолинейную электрическую схему оптимального варианта сети; схему замещения сети и результаты расчета и анализа установившихся режимов.

Типовой бланк задания на курсовой проект и пример его заполнения приведены на следующих страницах. Бланк задания заполняется индивидуально для каждого студента.

ЗАДАНИЕ № _____

на курсовой проект по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети»

Студент _____ группа _____ Дата выдачи задания «_____» _____ 201_ г.

Задание выдал _____
ФИО руководителя проекта, подпись

Задание принял(а) _____
подпись студента

Тема проекта: «Проектирование районной электрической сети»

Спроектировать электрическую сеть для электроснабжения пунктов «А»-«Ж»

Географическое расположение источников и нагрузок – _____ обл. (край)

Данные о потребителях электроэнергии

Данные		Пункт						
		А	Б	В	Г	Д	Е	Ж
Суммарная установленная мощность подстанции, МВт								
Коэффициент мощности нагрузки, tgφ								
Состав потребителей по категориям, %	1 категория							
	2 категория							
	3 категория							
Желаемое напряжение вторичной сети, кВ								

Наименование источника		
Напряжение на шинах источника при наибольших нагрузках, кВ	_____ U _{ном}	_____ U _{ном}
при тяжелых авариях в сети, кВ	_____ U _{ном}	_____ U _{ном}

Для всех пунктов:

Продолжительность использования наибольшей нагрузки T_{макс} _____ час

Коэффициент мощности, задаваемый энергосистемой, tgφ _____

Коэффициент попадания в максимум нагрузки системы _____

Схема сети

Масштаб в 1 см _____ км

ЗАДАНИЕ № _____

на курсовой проект по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети»

Студент _____ группа _____ Дата выдачи задания «_____» _____ 201_ г.
 Задание выдал _____ Задание принял(а) _____
 ФИО руководителя проекта, подпись _____ подпись студента _____

Тема проекта: «Проектирование районной электрической сети»

Спроектировать электрическую сеть для электроснабжения пунктов «А»-«Ж»

Географическое расположение источников и нагрузок – _____ Белгородская _____ обл. (край)

Данные о потребителях электроэнергии

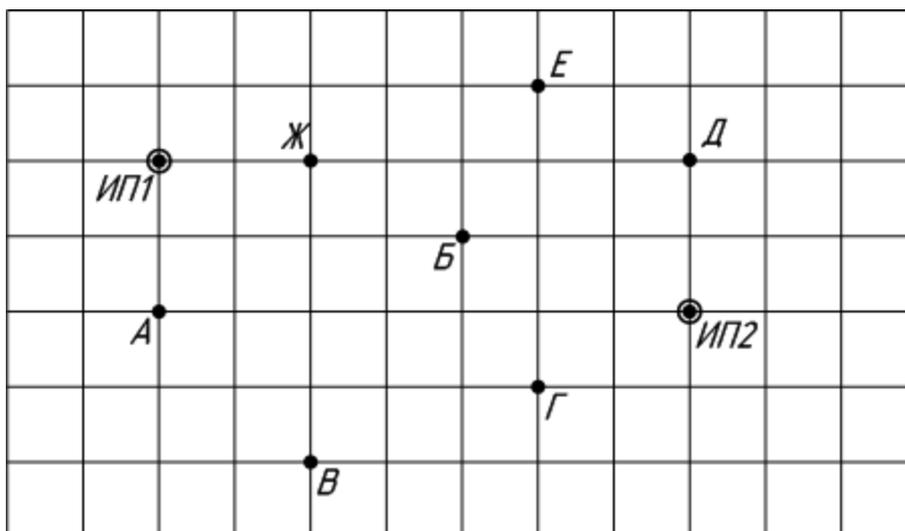
Данные	Пункт							
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	
Суммарная установленная мощность подстанции, МВт	15	26	11	48	56	67	30	
Коэффициент мощности нагрузки, $\text{tg}\varphi$	0,56	0,54	0,60	0,49	0,47	0,42	0,52	
Состав потребителей по категориям, %	1 категория	10	10	–	20	25	30	25
	2 категория	20	30	–	20	20	30	25
	3 категория	70	60	100	60	55	40	50
Желаемое напряжение вторичной сети, кВ	10,3	10,4	10,1	10,0	10,5	10,4	10,5	

Наименование источника	ИП1	ИП2
Напряжение на шинах источника при наибольших нагрузках, кВ	<u>1,13</u> $U_{\text{ном}}$	<u>1,11</u> $U_{\text{ном}}$
при тяжелых авариях в сети, кВ	<u>1,05</u> $U_{\text{ном}}$	<u>1,07</u> $U_{\text{ном}}$

Для всех пунктов:

Продолжительность использования наибольшей нагрузки $T_{\text{макс}}$ _____ 5500 час
 Коэффициент мощности, задаваемый энергосистемой, $\text{tg}\varphi$ _____ 0,37
 Коэффициент попадания в максимум нагрузки системы _____ 0,9

Схема сети



Масштаб в 1 см 12 км

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.

Индивидуальные домашние задания и расчетно-графические задания учебным планом не предусмотрены.

5.4. Перечень контрольных работ.

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Лыкин, А. В. Электрические системы и сети: учеб. пособие / А. В. Лыкин. - М. : Логос, 2008. - 253 с.
2. Карапетян, И.Г. Справочник по проектированию электрических сетей. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: ЭНАС, 2012. – 392 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/38546> – Загл. с экрана.
3. Правила устройства электроустановок : все действующие разделы шестого и седьмого изд. с изм. и доп. по сост. на 1 мая 2012 г. - М. : КНОРУС, 2012. - 488 с. : табл.

6.2. Перечень дополнительной литературы

4. Герасименко, А. А. Передача и распределение электрической энергии : учеб. пособие / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. - 2-е изд. - Ростов н/Д : Феникс, 2008. - 717 с.
5. Хорольский, В. Я. Техничко-экономические расчеты распределительных электрических сетей : учеб. пособие для студентов высш. аграр. учеб. заведений по направлению 140200 "Электроэнергетика" и специальности 140211 "Электроснабжение" / В. Я. Хорольский, М. А. Таранов, Д. В. Петров. - Москва : Форум, 2015. - 96 с.
6. Шведов, Г. В. Потери электроэнергии при её транспорте по электрическим сетям : расчет, анализ, нормирование и снижение : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 140400 "Электроэнергетика и электротехника" / Г. В. Шведов, О. В. Сипачева, О. В. Савченко ; ред. Ю. С. Железко. - Москва : МЭИ, 2013. - 422 с. : табл., граф.

6.3. Перечень интернет ресурсов

- 1) <http://www.rosseti.ru/> – сайт публичного акционерного общества (ПАО) «Российские сети»;
- 2) <http://www.mrsk-1.ru> – сайт ПАО "МРСК Центра"
- 3) <http://www.fsk-ees.ru/> – сайт Федеральной сетевой компании Единой Энергетической системы (ФСК ЕЭС)
- 4) <http://www.electrocentr.info/> – Электроэнергетический Информационный Центр: Бесплатная электротехническая литература, ГОСТы, РД, нормативная документация. Энергетика, электротехника, электроэнергетика - справочники по электроснабжению, электрическим машинам, электрическим сетям и подстанциям. Новости энергетики, аналитика. Форум энергетиков
- 5) <http://www.forca.ru> – Электрические сети, оборудование электроустановок

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

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

Лекционные занятия проводятся в аудиториях 033 и 034 (главный корпус), оснащенных оборудованием для звукоусиления и визуализации с использованием таких источников, как

настольный и портативный компьютер, моноблок, документ-камера, телесеть университета, Интернет. При проведении лекционных занятий возможно использование электронных плакатов соответствующей тематики.

Лабораторные работы проводятся в лаборатории «Электроэнергетические системы» (ауд. МК223), оснащенной компьютеризованным стендом ЭЭ1-Б-С-К, позволяющим моделировать различные режимы работы линий электропередачи, и в специализированном компьютерном классе (ауд.МК424), оснащенный презентационной техникой (проектор Acer Projector P1165) и персональными компьютерами (Intel Core i3-8100 CPU 3.60 ГГц/ Gigabyte Z370 HD3/ RAM 8192 Мб/ HDD 1 Тб/ NVIDIA GeForce GTX 750/ AOC 23,8"/ ASUS DRW-24D5MT/ Wi-Fi/ LAN100Mb/ CyberPower BS850E), подключенными к локальной сети университета с доступом в интернет. Лабораторные работы в компьютерном классе проводятся с помощью промышленного программно-вычислительного комплекса (ПВК) для решения задач по расчету, анализу и оптимизации режимов электрических сетей и систем RastrWin3 Базовый комплекс (бесплатная студенческая лицензия с ограничением по числу учитываемых узлов сети).

Программный комплекс RastrWin3 предназначен для решения задач по расчету, анализу и оптимизации режимов электрических сетей и систем. В рамках дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» используются следующие расчетные модули программного комплекса RastrWin3:

- Расчет установившихся режимов электрических сетей объемом до 60 узлов, любого напряжения (от 0.4 до 1150 кВ);
- Полный расчет всех электрических параметров режима (токи, напряжения, потоки и потери активной и реактивной мощности во всех узлах и ветвях электрической сети);
- Контроль исходной информации на логическую и физическую непротиворечивость;
- Эквивалентирование (упрощение) электрических сетей;
- Оптимизация электрических сетей по уровням напряжения, потерям мощности и распределению реактивной мощности;
- Расчет положений регуляторов трансформатора под нагрузкой (РПН) и положений вольтодобавочных трансформаторов(ВДТ) ;
- Расчет предельных по передаваемой мощности режимов энергосистемы, определение опасных сечений;
- Структурный анализ потерь мощности – по их характеру, типам оборудования, районам и уровням напряжения;
- Анализ допустимой токовой загрузки ЛЭП и трансформаторов, в том числе с учетом зависимости допустимого тока от температуры;
- Сравнение различных режимов по заданному списку параметров.

На лабораторных и практических занятиях и в самостоятельной работе студентов также используется система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования PTC MathCad Prime 4.0 Express (распространяется бесплатно, с ограничениями)

Mathcad – система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением, которая отличается лёгкостью использования и применения для коллективной работы. Работа в среде Mathcad осуществляется в пределах рабочего листа, на котором уравнения и выражения отображаются графически, Mathcad достаточно удобно использовать для обучения, вычислений и инженерных расчетов.

Также при работе в компьютерном классе используется следующее предустановленное лицензионное программное обеспечение Microsoft Windows 10 Корпоративная (Enterprise) (№ дог. E04002C51M), Microsoft Office Professional Plus 2016 (№ дог. E04002C51M), Microsoft Visio Professional 2013 (№ дог. E04002C51M), Autodesk AutoCAD 2017 - Русский (Russian, Версия N 52.0.0 - №дог. 7053026340), Autodesk AutoCAD Electrical 2017 SP 1 - Русский (Russian, v.14.1.3.0 - №дог. 7053026340).

Самостоятельная работа студентов обеспечивается участием в программах Microsoft Imagine (№ дог. 52031/МОС 2793) и Office 365 (№ дог. E04002C51M) с возможностью бесплатной загрузки программного обеспечения Microsoft.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.
Протокол № 15 заседания кафедры от «11» 06 2016г.

Заведующий кафедрой _____

подпись, ФИО

Директор института _____

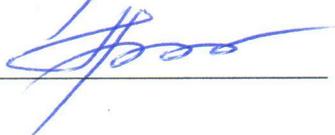
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный год.

Протокол № 15 заседания кафедры от « 10 » 06 2017 г.

Заведующий кафедрой ЭиА _____  А.В. Белоусов

Директор института _____  А.В. Белоусов

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2018/2019 учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от « 19 » 05 2018 г.

Заведующий кафедрой ЭиА _____ А.В. Белоусов

Директор института _____ А.В. Белоусов

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.

Протокол № 13 заседания кафедры от «07» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой ЭиА



А.В. Белоусов

Директор института ЭИТУС



А.В. Белоусов

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 20~~20~~/20~~21~~ учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от «14» июня 20~~20~~г.

Заведующий кафедрой _____

подпись, ФИО



А.В. Белоусов

Директор института _____

подпись, ФИО

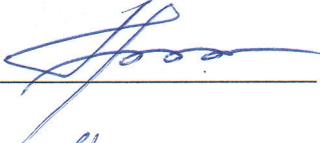


А.В. Белоусов

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от « 15 » мая 2021 г.

Заведующий кафедрой _____  А.В. Белоусов

Директор института _____  А.В. Белоусов

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

Методические рекомендации при работе над конспектом лекций во время проведения лекции

В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. 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. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования рабочей программы. Дорабатывать свой конспект, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на практические и лабораторные занятия. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращаться за методической помощью к преподавателю. Составить план-конспект своего выступления. Продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и 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 и дипломных проектов.

Методические рекомендации студентам по самостоятельной работе над изучаемым материалом и при подготовке к лабораторным работам

Важной составной частью учебного процесса в вузе являются лабораторные занятия. Задачей преподавателя при проведении лабораторных работ является грамотное и доступное разъяснение принципов и правил проведения работ, побуждение студентов к самостоятельной работе, определения места изучаемой дисциплины в дальнейшей профессиональной работе будущего специалиста. 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 и творческими задачами. На первой ступени изучения темы выполняются конкретно-практические задачи, при решении которых формируется минимальный набор умений. Преподаватель опосредованно руководит познавательной деятельностью студентов, консультирует и подробно разбирает со студентами возникшие затруднения в ходе решения задачи, обращает внимание группы на возможные ошибки.

Вторая ступень изучения темы дифференцируется в зависимости от степени усвоения его обязательного уровня. Студенты, усвоив содержание типовых методов и приемов решения задач, приступают к решению творческих задач. Если уровень знаний и умений, демонстрируемых студентом при контрольном обследовании, не соответствует установленным требованиям, студент вновь возвращается к стандартным упражнениям, но под более пристальным наблюдением преподавателя.

После изучения отдельной темы курса дисциплины, каждый студент получает оценку по результатам выполнения лабораторных работ. Начиная подготовку к лабораторному занятию, необходимо, прежде всего, указать студентам страницы в конспекте лекций, разделы учебников и учебных пособий, чтобы они получили общее представление о месте и значении темы в изучаемом курсе. Затем следует рекомендовать им поработать с дополнительной литературой, сделать записи по рекомендованным источникам.

Групповая 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 результатом 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 (написание рефератов, сдача зачетов, подготовка конференций).

Методические рекомендации студентам по изучению рекомендованной литературы. Эти методические рекомендации раскрывают рекомендуемый режим и характер различных видов учебной работы (в том числе самостоятельной работы над рекомендованной литературой) с учетом специфики выбранной студентом очной формы. 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. 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. 6 данной рабочей программы. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия). Необходимость изучения дополнительной литературы диктуется прежде всего тем, что в учебной литературе (учебниках) зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение новые документы, события, явления, научные открытия последних лет. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала. Ниже приведены рекомендации по использованию основной и дополнительной литературы для наиболее полного изучения дисциплины по разделам, перечень и краткое содержание которых даны в п. 4 данной рабочей программы. Первый раздел («Структура и характеристики ЭЭС, электрических сетей») наиболее полно раскрывается в [1; 2], при этом п. 1.1 первого раздела одинаково хорошо раскрыт в обоих источниках, а п. 1.2 («Конструктивные элементы...») лучше изучать по [1]. Раздел №2 («Проектирование электроэнергетических систем и сетей») необходимо изучать по [1] (пп. 2.1, 2.3, 2.4), [2] (пп. 2.2, 2.5), [3] (п. 2.2 в части требований к надёжности электроснабжения), [4] (пп. 2.2, 2.3, 2.4), [5] (п. 2.5) и [6] (п. 2.5 в части определения потерь электроэнергии). Изучение третьего раздела («Расчет установившихся режимов») необходимо начать с изучения схем замещения элементов электрических сетей и определения их параметров (пп. 3.1, 3.2) по [1; 4]; пункты 3.2–3.7 наиболее полно раскрыты в [1; 4], примеры расчётов приведены в [1; 4]; для освоения пунктов 3.8 и 3.10 достаточно изучить соответствующие материалы в [1].