

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор института

Уваров В.А.

«25»

05

2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Электроэнергетические системы и сети

направление подготовки (специальность):

08.03.01 Строительство

Направленность программы (профиль, специализация):

Электроснабжение и механизация строительства

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

очная

Инженерно-строительный институт

Кафедра теплогазоснабжения и вентиляции

Белгород 2023

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 31 мая 2017 г. № 481;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2023 году

Составитель (составители): к.т.н., доц.

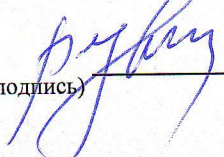

(ученая степень и звание, подпись)

(Н.Ю. Саввин)
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 05 » 05 2023 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф


(ученая степень и звание, подпись)

(В.А. Уваров)
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 25 » 05 2023 г., протокол № 10

Председатель канд. техн. наук, доцент
(ученая степень и звание, подпись)


(А.Ю. Феоктистов)
(инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции (проектные)	ПК-2 Способность выполнять работы по проектированию средств и разработке методов технического и энергетического обеспечения строительства	ПК-2.1 Выбирает исходные данные для проектирования	Знать основные необходимые данные для проектирования Уметь пользоваться исходными данными для проектирования Навыки проектирования электроэнергетических систем и сетей
		ПК-2.2 Выбирает нормативно-технических и нормативно-методических документов, определяющих требования для проектирования объектов технического и энергетического обеспечения строительства	Знать перечень нормативно-технических и нормативно-методических документов, определяющих требования для проектирования объектов технического и энергетического обеспечения строительства Уметь выбирать нормативно-технические и нормативно-методические документы, определяющие требования для проектирования объектов технического и энергетического обеспечения строительства Навыки выбора нормативно-технических и нормативно-методических документов, определяющих требования для проектирования объектов технического и энергетического обеспечения строительства
		ПК-2.3 Выбирает аналоги и типовые технические решения отдельных элементов и узлов объектов технического и энергетического обеспечения строительства и их адаптация в соответствии с техническим заданием	Знать аналоги и типовые технические решения отдельных элементов и узлов объектов технического и энергетического обеспечения строительства и их адаптация в соответствии с техническим заданием Уметь осуществлять выбор аналогов и типовых технических решений отдельных элементов и узлов объектов технического и энергетического обеспечения строительства и их адаптация в соответствии с техническим заданием Навыки выбора аналогов и типовых технических решений отдельных элементов и узлов объектов технического и энергетического обеспечения строительства и их адаптация в

			соответствии с техническим заданием
		ПК-2.4 Выбирает типовые технические (технологические) решения объектов технического и энергетического обеспечения строительства и их адаптация в соответствии с техническим заданием	<p>Знать типовые технические (технологические) решения объектов технического и энергетического обеспечения строительства и их адаптация в соответствии с техническим заданием</p> <p>Уметь проектировать типовые технические (технологические) решения объектов технического и энергетического обеспечения строительства и их адаптация в соответствии с техническим заданием</p> <p>Навыки выбора типовых технических (технологических) решений объектов технического и энергетического обеспечения строительства и их адаптация в соответствии с техническим заданием</p>
		ПК-2.5 Выбирает компоновочное решение объектов технического и энергетического обеспечения строительства	<p>Знать технические параметры компоновочных решений объектов технического и энергетического обеспечения строительства</p> <p>Уметь выбирать компоновочные решения объектов технического и энергетического обеспечения строительства</p> <p>Навыки выбора компоновочных решений объектов технического и энергетического обеспечения строительства</p>
		ПК-2.6 Выбирает оборудование и элементы объектов технического и энергетического обеспечения строительства	<p>Знать перечень оборудования и элементов объектов технического и энергетического обеспечения строительства</p> <p>Уметь выбирать оборудование и элементы объектов технического и энергетического обеспечения строительства</p> <p>Навыки выбора оборудования и элементы объектов технического и энергетического обеспечения строительства</p>

		<p>ПК-2.7 Подготавливает и оформляет графические части проектной и рабочей документации объектов технического и энергетического обеспечения строительства</p>	<p>Знать основные элементы и узлы электроэнергетических систем и сетей Уметь подготавливать и оформлять графические части проектной и рабочей документации объектов технического и энергетического обеспечения строительства Навыки оформления графические части проектной и рабочей документации объектов технического и энергетического обеспечения строительства</p>
		<p>ПК-2.8 Подготавливает информацию для составления технического задания по смежным разделам проекта объектов технического и энергетического обеспечения строительства</p>	<p>Знать структуру технического задания для составления технического задания по смежным разделам проекта объектов технического и энергетического обеспечения строительства Уметь подготавливать информацию для составления технического задания по смежным разделам проекта объектов технического и энергетического обеспечения строительства Навыки подготовки информации для составления технического задания по смежным разделам проекта объектов технического и энергетического обеспечения строительства</p>
		<p>ПК-2.9 Оценивает коррупционные риски в производственной деятельности в сфере технического и энергетического обеспечения строительства</p>	<p>Знать коррупционные риски в производственной деятельности в сфере технического и энергетического обеспечения строительства Уметь оценивать коррупционные риски в производственной деятельности в сфере технического и энергетического обеспечения строительства Навыки оценивания коррупционных рисков в производственной деятельности в сфере технического и энергетического обеспечения строительства</p>
	<p>ПК-3 Способность выполнять обоснование проектных решений по техническому и энергетическому обеспечению строительства</p>	<p>ПК-3.1 Рассчитывает энергопотребление строительных объектов</p>	<p>Знать методику расчета энергопотребления строительных объектов Уметь рассчитывать энергопотребление строительных объектов Навыки расчёта</p>

			энергопотребления строительных объектов
		ПК-3.2 Выбирает и сравнивает проектные решения энергоснабжения строительных объектов, обеспечивающих выполнение требований технического задания на основе типовых решений отдельных элементов и узлов	Знать типовые проектные решения энергоснабжения строительных объектов, обеспечивающих выполнение требований технического задания на основе типовых решений отдельных элементов и узлов Уметь осуществлять выбор и сравнение проектных решений энергоснабжения строительных объектов, обеспечивающих выполнение требований технического задания на основе типовых решений отдельных элементов и узлов Навыки выбора и сравнения проектных решений энергоснабжения строительных объектов, обеспечивающих выполнение требований технического задания на основе типовых решений отдельных элементов и узлов
		ПК-3.5 Рассчитывает основные режимные показатели работы электроэнергетически х систем	Знать основные режимные показатели работы электроэнергетических систем Уметь рассчитывать основные режимные показатели работы электроэнергетических систем Навыки расчёта основных режимных показателей работы электроэнергетических систем
		ПК-3.6 Выбирает оборудование и материалы для системы электроснабжения	Знать основные виды оборудования и материалов для системы электроснабжения Уметь выбирать оборудование и материалы для системы электроснабжения Навыки выбора оборудования и материалов для системы электроснабжения
		ПК-3.10 Подготавливает текстовую часть проектной документации средств технического и энергетического обеспечения строительства	Знать содержание текстовой части проектной документации средств технического и энергетического обеспечения строительства Уметь подготавливать текстовую часть проектной документации средств технического и энергетического обеспечения строительства Навыки подготовки текстовой части проектной документации средств технического и энергетического обеспечения строительства

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-2 Способность выполнять работы по проектированию средств и разработке методов технического и энергетического обеспечения строительства

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Основы автоматизированного проектирования систем электроснабжения
2	Машины, оборудование и инструмент в строительстве
3	Грузоподъёмные машины и механизмы
4	Электробезопасность
5	Энергоаудит
6	Электроснабжение объектов капитального строительства
7	Автоматизированные системы диспетчеризации и управления энергосистем
8	Привод строительных машин
9	Воздухоснабжение производственных зданий

2. Компетенция ПК-3 Способность выполнять обоснование проектных решений по техническому и энергетическому обеспечению строительства

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Электроснабжение объектов капитального строительства
2	Электроснабжение объектов капитального строительства
3	Основы автоматизированного проектирования систем электроснабжения
4	Машины, оборудование и инструмент в строительстве
5	Грузоподъёмные машины и механизмы
6	Воздухоснабжение производственных зданий
7	Организация и планирование технического обеспечения в строительстве
8	Планирование монтажа и ТЭО
9	Привод строительных машин

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Форма промежуточной аттестации зачет (7 семестр), экзамен (8 семестр)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	144	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	119		
лекции	33	17	16
лабораторные	-	-	-
практические	33	17	16
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	7	3	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	180	72	108
Курсовой проект	54	-	54
Курсовая работа	-	-	-
Расчетно-графическое задание	-	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	114	38	76
Экзамен	36	-	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1 Наименование тем, их содержание и объем
Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Структура и характеристики ЭЭС, электрических сетей					
1.1	Общая характеристика систем передачи и распределения электрической энергии. Моделирование элементов электрических систем. Основные понятия и определения. Характеристика системы передачи электрической энергии. Характеристика системы распределения электрической энергии. Типы конфигураций сети. Пример взаимосвязи систем передачи и распределения электрической энергии.	2	2		4
1.2	Принципы конструктивного исполнения линий электропередач. Назначение воздушных линий электропередачи. Конструктивное исполнение воздушных линий. Опоры ВЛ. Провода ВЛ. Грозозащитные тросы. Изоляторы. Кабельные линии электропередачи. Особенности исполнения КЛ низкого и высокого напряжения. Напряжения элементов электрической сети. режимы нейтралей электрических сетей. Номинальные напряжения и классификация электрических сетей. Номинальные напряжения элементов электрических сетей и эпюра напряжения. Режим работы сети до 1000 В с глухозаземлённой нейтралью. Режим работы сети с изолированной нейтралью. Режим работы сети с компенсированной нейтралью. Режим работы высоковольтной сети с глухо-заземлённой нейтралью.	2	2		4
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		4

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.	1	1		2
3. Характеристики и параметры элементов электроэнергетических систем					
3.1	Характеристика и расчёт параметров схем замещения воздушных и кабельных линий. Схемы замещения воздушных линий (ВЛ). Активное сопротивление ВЛ. Индуктивное сопротивление ВЛ. Ёмкостная проводимость ВЛ. Активная проводимость ВЛ. Расщепление фазных проводов. ЛЭП со стальными проводами. Параметры и схемы замещения двухобмоточных трансформаторов. Назначение, условные обозначения, схемы соединения обмоток и векторные диаграммы напряжений трансформаторов. Двухобмоточные трансформаторы. Опыт короткого замыкания и параметры, определяемые по его результатам. Опыт холостого хода и параметры, определяемые по его результатам.	2	2		4
3.2	Трёхобмоточные трансформаторы. Назначение трёхобмоточных трансформаторов. Схемы замещения трёхобмоточных трансформаторов. Определение параметров схемы замещения. Типы исполнения трёхобмоточных трансформаторов по мощности. Особенности автотрансформаторов (АТ) по сравнению с другими трансформаторами. Схемы однофазного автотрансформатора и трёхфазной группы автотрансформаторов. Режимы работы автотрансформаторов. Типовая мощность и коэффициент выгоды АТ. Определение и необходимость применения коэффициента приведения (пересчёта). Параметры схемы замещения.	1	1		5
4. Техничко-экономические расчёты и рабочие режимы в электрических сетях энергосистем.					
4.1	Балансы активной и реактивной мощности и их связь с частотой и напряжением. Выработка реактивной мощности на электростанциях. Компенсация реактивной мощности. Компенсирующие устройства. Выбор рационального напряжения сети. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов на подстанциях с учётом компенсации реактивной мощности. 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
4.4	Техничко-экономические основы проектирования электрических сетей – общий подход. Критерии выбора оптимального варианта, алгоритм выбора. Основные экономические показатели систем передачи	2	2		4

	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.				
5. Расчет установившихся режимов					
5.1	Электрические нагрузки и задачи расчётов установившихся режимов. Необходимость моделирования нагрузок для расчётов установившихся режимов электрических нагрузок. Моделирование нагрузки неизменным по модулю и фазе током. Моделирование нагрузки неизменной мощностью. Задание нагрузки неизменными последовательно и параллельно соединёнными сопротивлениями. Представление нагрузки проводимостью (шунтом). Задачи расчёта и анализа установившегося режима электрической сети. Характеристика симметричных установившихся режимов трёхфазных электрических сетей.	2	2		4
5.2	Анализ режима участка электрической сети. Токи и напряжения при симметричной трёхфазной электрической нагрузке. Векторное изображение тока и напряжения. Вывод формулы падения напряжения для активно-индуктивной нагрузки в конце участка цепи в соответствии с законом Ома. Продольная и поперечная составляющая падения напряжения. Падение и потери напряжения на участке сети. Векторная диаграмма тока и напряжения фазы участка электрической цепи. Влияние поперечной составляющей падения напряжения на модуль напряжения. Определение напряжения по известным значениям напряжения и мощности конца и начала участка. Векторная диаграмма напряжений участка сети и треугольник падения напряжения. Влияние соотношения активного и индуктивного сопротивлений на величину угла сдвига фаз напряжений по концам участка электрической цепи. Векторная диаграмма напряжений и токов участка сети для различного характера нагрузки.	1	1		3
	ВСЕГО	17	17		38

Курс 4 Семестр 8

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Расчет установившихся режимов					
1.1	Расчёт установившихся режимов разомкнутых электрических сетей. Исходные данные, необходимые для расчёта, установившегося режима разомкнутой электрической сети. Расчёт по данным, характеризующим начало участка. Векторная диаграмма мощности. Расчёт по данным, характеризующим конец участка. Векторная диаграмма мощности. Расчёт по заданной мощности конца участка и напряжению начала. Расчёт по заданной мощности начала участка и напряжению конца.	2	2		10
1.2	Расчет режима линии электропередачи. Расчёт по данным в начале ЛЭП. Расчёт по данным в конце ЛЭП. Расчёт режима ЛЭП при известном напряжении в начале. Анализ режима холостого хода ЛЭП. Расчёт установившегося режима разомкнутой электрической сети при известном напряжении в конце сети и нагрузках в узлах. Расчёт установившихся режимов простых замкнутых электрических сетей. Определение и схемы замкнутых электрических сетей. Расчётные нагрузки и схемы электрических сетей. Анализ электрического режима простейшей замкнутой электрической сети. Расчёт потокораспределения. Правило моментов для токов при расчёте сети с двусторонним питанием. Правило моментов для мощностей при расчёте сети с двусторонним питанием.	2	2		10
1.3	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. 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		10
2. Расчет воздушных линий на механическую прочность					

2.1	Характеристика задач и исходных условий расчета конструктивной части линий. Удельные механические нагрузки на провода и тросы. Напряжение в материале провода и уравнение провода.	2	2		6
2.2	Напряжения провода при разных климатических условиях (уравнение состояния провода). Критическая длина пролета. Критическая температура. Допустимые напряжения и расчет по среднегодовым условиям. Особенности расчета напряжений в сталеалюминиевых проводах. Критическая температура.	2	2		10
3. Качество электрической энергии и его обеспечение					
3.1	Методы расчёта и анализа потерь электрической энергии. Структура расхода электроэнергии на её передачу. Потери, зависящие и не зависящие от нагрузки. Метод характерных суточных режимов. Метод средних нагрузок. Метод среднеквадратичных параметров режимов. Метод времени наибольших потерь.	2	2		10
3.2	Нормы основных показателей качества электроэнергии. Влияние частоты на работу оборудования. Первичное регулирование частоты. Вторичное регулирование частоты. Выбор станций для регулирования частоты. Регулирование частоты в послеаварийных режимах.	2	2		12
3.3	Основные задачи регулирования режимов. Регулирование напряжения с помощью трансформаторов с устройствами регулирования под нагрузкой. Выбор режимов регулирования напряжения в распределительных сетях. Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности.	2	2		8
	ВСЕГО	34	17	17	60

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 7				
1	Структура и характеристики ЭЭС, электрических сетей	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	5
2	Проектирование электроэнергетических систем и сетей	Задачи и методы проектирования электроэнергетических систем и электрических сетей. Принципы	2	6

		формирования вариантов конфигурации электрической сети. Выбор конфигураций схем и основных параметров электрических сетей. Выбор схем построения сети. Учет фактора надежности при проектировании электрических сетей.		
3	Характеристики и параметры элементов электроэнергетических систем	Характеристика и расчёт параметров схем замещения воздушных и кабельных линий. Схемы замещения воздушных линий (ВЛ). Активное сопротивление ВЛ. Индуктивное сопротивление ВЛ. Ёмкостная проводимость ВЛ. Активная проводимость ВЛ. Расщепление фазных проводов. ЛЭП со стальными проводами. Параметры и схемы замещения двухобмоточных трансформаторов. Назначение, условные обозначения, схемы соединения обмоток и векторные диаграммы напряжений трансформаторов. Двухобмоточные трансформаторы. Опыт короткого замыкания и параметры, определяемые по его результатам. Опыт холостого хода и параметры, определяемые по его результатам. Трёхобмоточные трансформаторы. Назначение трёхобмоточных трансформаторов. Схемы замещения трёхобмоточных трансформаторов. Определение параметров схемы замещения. Типы исполнения трёхобмоточных трансформаторов по мощности. Особенности автотрансформаторов (АТ) по сравнению с другими трансформаторами. Схемы однофазного автотрансформатора и трёхфазной группы автотрансформаторов. Режимы работы автотрансформаторов. Типовая мощность и коэффициент выгоды АТ. Определение и необходимость применения коэффициента приведения (пересчёта). Параметры схемы замещения.	3	7
4	Технико-экономические расчеты и рабочие режимы в электрических сетях энергосистем.	Балансы активной и реактивной мощности и их связь с частотой и напряжением. Выработка реактивной мощности на электростанциях. Компенсация реактивной мощности. Компенсирующие устройства. Выбор рационального напряжения сети. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов на подстанциях с учётом компенсации реактивной мощности. Технико-экономические основы проектирования электрических сетей – общий подход. Критерии выбора	4	10

		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.		
5	Расчет установившихся режимов	Электрические нагрузки и задачи расчётов установившихся режимов. Необходимость моделирования нагрузок для расчётов установившихся режимов электрических нагрузок. Моделирование нагрузки неизменным по модулю и фазе током. Моделирование нагрузки неизменной мощностью. Задание нагрузки неизменными последовательно и параллельно соединёнными сопротивлениями. Представление нагрузки проводимостью (шунтом). Задачи расчёта и анализа установившегося режима электрической сети. Характеристика симметричных установившихся режимов трёхфазных электрических сетей. Анализ режима участка электрической сети. Токи и напряжения при симметричной трёхфазной электрической нагрузке. Векторное изображение тока и напряжения. Вывод формулы падения напряжения для активно-индуктивной нагрузки в конце участка цепи в соответствии с законом Ома. Продольная и поперечная составляющая падения напряжения. Падение и потери напряжения на участке сети. Векторная диаграмма тока и напряжения фазы участка электрической цепи. Влияние поперечной составляющей падения напряжения на модуль напряжения. Определение напряжения по известным значениям напряжения и мощности конца и начала участка. Векторная диаграмма напряжений участка сети и треугольник падения напряжения. Влияние соотношения активного и индуктивного сопротивлений на величину угла сдвига фаз напряжений по концам участка электрической цепи.	4	10

		Векторная диаграмма напряжений и токов участка сети для различного характера нагрузки.		
ИТОГО:			17	38
№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 8				
1	Расчет установившихся режимов	Расчёт установившихся режимов разомкнутых электрических сетей. Исходные данные, необходимые для расчёта, установившегося режима разомкнутой электрической сети. Расчёт по данным, характеризующим начало участка. Векторная диаграмма мощности. Расчёт по данным, характеризующим конец участка. Векторная диаграмма мощности. Расчёт по заданной мощности конца участка и напряжению начала. Расчёт по заданной мощности начала участка и напряжению конца. Расчёт установившихся режимов простых замкнутых электрических сетей. Определение и схемы замкнутых электрических сетей. Расчётные нагрузки и схемы электрических сетей. Анализ электрического режима простейшей замкнутой электрической сети. Расчёт потокораспределения. Правило моментов для токов при расчёте сети с двусторонним питанием. Правило моментов для мощностей при расчёте сети с двусторонним питанием. 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.	6	30
2	Расчет воздушных линий на механическую прочность	Характеристика задач и исходных условий расчета конструктивной части линий. Удельные механические нагрузки на провода и тросы. Напряжение в материале провода и уравнение провода. Напряжения провода при разных климатических условиях (уравнение состояния провода). Критическая длина пролета. Критическая температура.	5	20

		Допустимые напряжения и расчет по среднегодовым условиям. Особенности расчета напряжений в сталеалюминиевых проводах. Критическая температура.		
3	Качество электрической энергии и его обеспечение	Методы расчёта и анализа потерь электрической энергии. Структура расхода электроэнергии на её передачу. Потери, зависящие и не зависящие от нагрузки. Метод характерных суточных режимов. Метод средних нагрузок. Метод среднеквадратичных параметров режимов. Метод времени наибольших потерь. Нормы основных показателей качества электроэнергии. Влияние частоты на работу оборудования. Первичное регулирование частоты. Вторичное регулирование частоты. Выбор станций для регулирования частоты. Регулирование частоты в послеаварийных режимах. Основные задачи регулирования режимов. Регулирование напряжения с помощью трансформаторов с устройствами регулирования под нагрузкой. Выбор режимов регулирования напряжения в распределительных сетях. Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности.	5	26
ИТОГО:			16	76

4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-2 Способность выполнять работы по проектированию средств и разработке методов технического и энергетического обеспечения строительства

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1 Выбирает исходные данные для проектирования	Собеседование, устный опрос, защита КП
ПК-2.2 Выбирает нормативно-технических и нормативно-методических документов, определяющих требования для проектирования объектов технического и энергетического обеспечения строительства	Собеседование, устный опрос, защита КП
ПК-2.3 Выбирает аналоги и типовые технические решения отдельных элементов и узлов объектов технического и энергетического обеспечения строительства и их адаптация в соответствии с техническим заданием	Собеседование, устный опрос, защита КП
ПК-2.4 Выбирает типовые технические (технологические) решения объектов технического и энергетического обеспечения строительства и их адаптация в соответствии с техническим заданием	Собеседование, устный опрос, защита КП
ПК-2.5 Выбирает компоновочное решение объектов технического и энергетического обеспечения строительства	Собеседование, устный опрос, защита КП
ПК-2.6 Выбирает оборудование и элементы объектов технического и энергетического обеспечения строительства	Собеседование, устный опрос, защита КП
ПК-2.7 Подготавливает и оформляет графические части проектной и рабочей документации объектов технического и энергетического обеспечения строительства	Собеседование, устный опрос, защита КП
ПК-2.8 Подготавливает информацию для составления технического задания по смежным разделам проекта объектов технического и энергетического обеспечения строительства	Собеседование, устный опрос, защита КП
ПК-2.9 Оценивает коррупционные риски в производственной деятельности в сфере технического и энергетического обеспечения строительства	Собеседование, устный опрос

2. Компетенция **ПК-3** Способность выполнять обоснование проектных решений по техническому и энергетическому обеспечению строительства

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.1 Рассчитывает энергопотребление строительных объектов	Собеседование, устный опрос, защита КП
ПК-3.2 Выбирает и сравнивает проектные решения энергоснабжения строительных объектов, обеспечивающих выполнение требований технического задания на основе типовых решений отдельных элементов и узлов	Собеседование, устный опрос, защита КП
ПК-3.5 Рассчитывает основные режимные показатели работы электроэнергетических систем	Собеседование, устный опрос, защита КП
ПК-3.6 Выбирает оборудование и материалы для системы электроснабжения	Собеседование, устный опрос, защита КП
ПК-3.10 Подготавливает текстовую часть проектной документации средств технического и энергетического обеспечения строительства	Собеседование, устный опрос, защита КП

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

Промежуточная аттестация осуществляется в конце **седьмого семестра** изучения дисциплины в форме **зачета** и после завершения изучения дисциплины в конце **восьмого семестра** в форме **экзамена**.

Вопросы для подготовки к зачету

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Структура и характеристики ЭЭС, электрических сетей	<ol style="list-style-type: none"> 1. Почему необходимо передавать (транспортировать) электроэнергию? 2. Какие элементы входят в систему передачи и распределения электроэнергии? 3. Что общего в понятиях «электропередача» и «электрическая сеть» и чем они отличаются? 4. Чем отличаются понятия «система электроснабжения» и «электроэнергетическая система»? 5. Каким требованиям должна удовлетворять система передачи и распределения ЭЭС? 6. Какова роль трансформаторов? 7. Какова классификация линий электропередачи переменного тока? 8. Какие линии составляют системы передачи и распределения ЭЭС? 9. Для чего необходимы автоматические устройства на всех

		<p>объектах систем передачи и распределения ЭЭ?</p> <p>10. В чем условность разделения систем передачи и распределения ЭЭ по номинальному напряжению?</p> <p>11. Какие возможны этапы развития системы передачи ЭЭ?</p> <p>12. В чём преимущества и недостатки сложнзамкнутых систем передачи ЭЭ?</p> <p>13. Каково назначение и какими свойствами обладает система распределения ЭЭ?</p> <p>14. Какие сети составляют систему распределения ЭЭ?</p> <p>15. Какие уровни (ступени) в ней выделяются?</p> <p>16. По каким признакам классифицируются распределительные сети?</p> <p>17. Чем определяется их схемное построение?</p> <p>18. В чём преимущества и недостатки радиальных и магистральных схем?</p> <p>19. Как формируются замкнутые сети? Каковы их виды?</p> <p>20. В каких случаях экономически целесообразно применение сложнзамкнутых сетей?</p> <p>21. Какие особенности распределительных сетей?</p> <p>22. Как классифицируются линии электропередачи по конструктивному исполнению?</p> <p>23. Какими факторами определяется выбор типа ЛЭП?</p> <p>24. Каким требованиям должны удовлетворять материалы и конструкции ВЛ?</p> <p>25. Из каких основных конструктивных элементов состоит ВЛ?</p> <p>26. Каковы основные геометрические характеристики ВЛ и чем они определяются?</p> <p>27. В чём назначение опор?</p> <p>28. Каковы типы опор, различающиеся по функциональному назначению?</p> <p>29. Какие преимущества и недостатки деревянных, железобетонных и металлических опор?</p> <p>30. Какие материалы применяются для изготовления проводов и грозозащитных тросов?</p> <p>31. Какие преимущества и недостатки алюминиевых, медных и сталеалюминиевых проводов?</p> <p>32. Какие типы изоляторов используются на воздушных линиях?</p> <p>33. Какова основная арматура ВЛ? Каково её назначение?</p> <p>34. Какова конструкция линии с изолированными проводами?</p> <p>35. Какие преимущества линий с изолированными проводами?</p> <p>36. Какие линии называются компактными?</p> <p>37. В чём преимущество компактных линий перед ВЛ традиционного исполнения?</p> <p>38. В каких случаях применяются кабельные линии?</p> <p>39. Какие способы прокладки кабелей?</p> <p>40. Какие преимущества и недостатки кабельных линий по сравнению с воздушными?</p> <p>41. Какими условиями определяется выбор способа прокладки кабеля?</p> <p>42. Чем конструктивно отличаются кабели 10 кВ и 110 кВ?</p> <p>43. Какие применяют типы кабельных муфт?</p>
2	Проектирование электроэнергетических систем и сетей	<p>1. Характеристика района проектирования электрической сети</p> <p>2. Какие климатические характеристики нужно знать при проектировании и для чего?</p> <p>3. Расчет электрических нагрузок с помощью вероятностных характеристик.</p>

		<p>4. Проектирование электрических сетей питающих энергосистем</p> <p>5. От чего зависят возможные конфигурации электрических сетей?</p> <p>6. Какие требования предъявляются к схемам электрических сетей?</p> <p>7. Какие известны подходы к учету надежности электроснабжения при выборе схем электрических сетей?</p> <p>8. Какие потребители электроэнергии относятся к I категории?</p> <p>9. Какие потребители электроэнергии относятся ко II и III категории?</p> <p>10. Что понимается под обеспечением гибкости схемы электрической сети?</p> <p>11. Какие известны радиальные (радиально-магистральные) и замкнутые конфигурации электрических сетей?</p> <p>12. Какие способы присоединения подстанций к одной радиальной и двойной радиальной сети известны?</p> <p>13. Как могут подключаться подстанции к сети с двумя центрами питания?</p> <p>14. Чем отличается распределительный пункт от подстанции?</p> <p>15. Какие требования предъявляются к схемам распределительных устройств?</p> <p>16. Какие известны блочные схемы подстанций?</p> <p>17. В чем сущность схем по типу мостика и по типу четырехугольника?</p> <p>18. Чем отличается секция шин от системы шин?</p> <p>19. Каково назначение секционного, шиносоединительного и обходного выключателей?</p> <p>20. Каково назначение обходной системы шин?</p> <p>21. Как подключается линия в схеме с двумя секциями шин и обходной системой шин?</p> <p>22. Как подключается линия в схеме с двумя системами шин и обходной системой шин?</p> <p>23. Как подключаются линии в схеме с полутора выключателями на присоединение?</p> <p>24. Какие известны схемы распределительных устройств низшего напряжения одно- и двухтрансформаторных подстанций?</p>
3	<p>Характеристики и параметры элементов электроэнергетических систем</p>	<p>1. Схемы замещения ВЛЭП и их параметры.</p> <p>2. Схемы замещения кабельных линий, их параметры.</p> <p>3. Каталожные данные трансформаторов, основные понятия и определения.</p> <p>4. Схема соединения обмоток автотрансформатора. Распределение токов при работе автотрансформатора в понижающем режиме.</p> <p>5. Типовая и номинальная мощности автотрансформаторов.</p> <p>6. Схема замещения двухобмоточного трансформатора и её параметры.</p> <p>7. Схема замещения трансформатора с расщепленной обмоткой и её параметры.</p> <p>8. Схема замещения трёхобмоточного трансформатора, её параметры.</p> <p>9. Схема замещения автотрансформатора, её параметры.</p>
4	<p>Технико-</p>	<p>1. Каковы наиболее характерные задачи при проектировании</p>

	<p>экономические расчеты и рабочие режимы в электрических сетях энергосистем.</p>	<p>систем</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. передачи и распределения электроэнергии? 3. Какие известны основные экономические показатели систем передачи и распределения электроэнергии? 4. Какие составляющие входят в капитальные затраты электрической сети? 5. От чего зависит стоимость сооружения линии электропередачи? 6. Как укрупненно определяется стоимость подстанции? 7. Что понимается под ежегодными издержками на эксплуатацию электрической сети? Какие составляющие входят в них? 8. В чем сущность амортизационных отчислений? Как они зависят от срока службы объекта? 9. Как определяются затраты на возмещение потерь электроэнергии в электрической сети? 10. Критерии выбора оптимального варианта электрической сети 11. Капитальные вложения 12. Эксплуатационные издержки 13. Чистый дисконтированный доход, эквивалентные годовые расходы (годовые приведенные затраты) и срок окупаемости капитальных затрат. 14. Техничко-экономическое сравнение вариантов электрической сети. Выбор оптимального варианта схемы электрической сети при проектировании 15. Определение потерь электрической энергии при проектировании электрической сети
5	<p>Расчет установившихся режимов</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Почему в электрических сетях, оснащённых устройствами регулирования, достаточно представлять нагрузки неизменной мощностью? 2. В каких расчётах электрических систем и сетей такой учёт нагрузки допустим? 3. При анализе режимов каких сетей допустимо моделировать электрические нагрузки неизменным по величине током? 4. Чем обусловлена погрешность такой модели нагрузок? 5. Как определить значения неизменных сопротивлений и проводимостей, моделирующих электрические нагрузки? 6. Одинаковы ли эти значения при последовательном и параллельном включении сопротивлений? 7. Сформулируйте понятие «электрическая сеть» (ЭС). В чем назначение ЭС? 8. Какая основная задача расчета и анализа установившегося режима (состояния электрического равновесия) устройств передачи электрической энергии? 9. Перечислите основные показатели режима, характеризующие электрическое состояние участка сети. 10. Как представляется электрическая сеть при расчете установившихся режимов? Какие данные необходимы для расчетов? 11. В чем причина нелинейности математического описания задачи расчета установившегося режима? 12. В чем отличие задачи расчета установившегося режима электрической сети от классической задачи расчета электрической цепи? 13. При каких условиях установившийся режим трехфазной электрической сети называется симметричным? 14. Запишите выражение полной мощности для трехфазной электрической цепи. Как вычислить активную и реактивную

		<p>мощность одно- и трехфазной электроустановки?</p> <p>15. Запишите выражение тока для фазы нагрузки трехфазной сети через фазное и межфазное напряжение. Какое допущение при этом используется?</p> <p>16. Каково значение расчетов параметров установившихся электрических режимов, выполняемых вручную?</p> <p>17. Как учитывается трехфазная сеть и какие параметры ее электрического состояния анализируются при расчете установившихся симметричных режимов?</p> <p>18. В чем состоит отличие понятий «потеря напряжения» и «падение напряжения»? Что называется, продольной и поперечной составляющими падения напряжения, отклонения напряжения?</p> <p>19. Запишите выражения, характеризующие взаимосвязь параметров электрического режима и схемы замещения трехфазной сети.</p> <p>20. Запишите выражения падения напряжения и его составляющих через токи и мощность. Приведите различные записи закона Ома для участка сети. Как геометрически (векторно) связаны продольная и поперечная составляющие вектора падения напряжения? Почему они неодинаковые при расчете их по данным начала и конца звена?</p> <p>21. Каковы отличия векторных диаграмм напряжения при задании параметров в начале и конце участка сети?</p> <p>22. Какое допущение используется при вычислении междуфазных напряжений?</p> <p>23. Когда можно пренебречь поперечной составляющей падения напряжения и продольную составляющую падения напряжения приравнять к потере напряжения?</p> <p>24. Какие факторы определяют взаимное положение векторов токов и напряжений по концам участка сети?</p> <p>25. Как влияет характер электрической нагрузки (коэффициент мощности) на взаимное положение векторов напряжений по концам участка сети?</p> <p>26. В каком соотношении находятся продольная и поперечная составляющие вектора падения напряжения на участке сети при примерном равенстве его активного и индуктивного сопротивлений?</p> <p>27. Как приближенно учесть влияние поперечной составляющей падения напряжения на модуль (величину) напряжения?</p> <p>28. Как влияет при неизменном $\cos\phi$ нагрузки изменение площади сечения проводов и протяженности линии на фазовый сдвиг векторов напряжений?</p> <p>29. К каким изменениям векторных диаграмм токов и напряжений электропередачи приводит увеличение нагрузки на ее приемном конце?</p>
--	--	--

Вопросы для подготовки к экзамену

Экзамен включает две части: теоретическую (2 вопроса) и практическую (решение задачи). Для подготовки письменного ответа на вопросы билета и решение задачи, которые студент выбирает случайным образом, отводится 50 минут. После проверки ответов преподаватель проводит со студентом собеседование с целью определения уровня освоения студентом изученного материала и может задать дополнительные вопросы.

Распределение вопросов и заданий по билетам находится в закрытом для

студентов доступе. Ежегодно по дисциплине на заседании кафедры утверждается комплект билетов для проведения экзамена. Экзамен является наиболее значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

Перечень тем и вопросов для подготовки к теоретической части экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Структура и характеристики ЭЭС, электрических сетей	<ol style="list-style-type: none"> 1. Почему необходимо передавать (транспортировать) электроэнергию? 2. Какие элементы входят в систему передачи и распределения электроэнергии? 3. Что общего в понятиях «электропередача» и «электрическая сеть» и чем они отличаются? 4. Чем отличаются понятия «система электроснабжения» и «электроэнергетическая система»? 5. Каким требованиям должна удовлетворять система передачи и распределения ЭЭС? 6. Какова роль трансформаторов? 7. Какова классификация линий электропередачи переменного тока? 8. Какие линии составляют системы передачи и распределения ЭЭС? 9. Для чего необходимы автоматические устройства на всех объектах систем передачи и распределения ЭЭС? 10. В чем условность разделения систем передачи и распределения ЭЭС по номинальному напряжению? 11. Какие возможны этапы развития системы передачи ЭЭС? 12. В чём преимущества и недостатки сложнзамкнутых систем передачи ЭЭС? 13. Каково назначение и какими свойствами обладает система распределения ЭЭС? 14. Какие сети составляют систему распределения ЭЭС? 15. Какие уровни (ступени) в ней выделяются? 16. По каким признакам классифицируются распределительные сети? 17. Чем определяется их схемное построение? 18. В чём преимущества и недостатки радиальных и магистральных схем? 19. Как формируются замкнутые сети? Каковы их виды? 20. В каких случаях экономически целесообразно применение сложнзамкнутых сетей? 21. Какие особенности распределительных сетей? 22. Как классифицируются линии электропередачи по конструктивному исполнению? 23. Какими факторами определяется выбор типа ЛЭП? 24. Каким требованиям должны удовлетворять материалы и конструкции ВЛ? 25. Из каких основных конструктивных элементов состоит ВЛ? 26. Каковы основные геометрические характеристики ВЛ и чем они определяются? 27. В чём назначение опор? 28. Каковы типы опор, различающиеся по функциональному назначению? 29. Какие преимущества и недостатки деревянных, железобетонных и металлических опор?

		<p>30. Какие материалы применяются для изготовления проводов и грозозащитных тросов?</p> <p>31. Какие преимущества и недостатки алюминиевых, медных и сталеалюминиевых проводов?</p> <p>32. Какие типы изоляторов используются на воздушных линиях?</p> <p>33. Какова основная арматура ВЛ? Каково её назначение?</p> <p>34. Какова конструкция линии с изолированными проводами?</p> <p>35. Какие преимущества линий с изолированными проводами?</p> <p>36. Какие линии называются компактными?</p> <p>37. В чём преимущество компактных линий перед ВЛ традиционного исполнения?</p> <p>38. В каких случаях применяются кабельные линии?</p> <p>39. Какие способы прокладки кабелей?</p> <p>40. Какие преимущества и недостатки кабельных линий по сравнению с воздушными?</p> <p>41. Какими условиями определяется выбор способа прокладки кабеля?</p> <p>42. Чем конструктивно отличаются кабели 10 кВ и 110 кВ?</p> <p>43. Какие применяют типы кабельных муфт?</p>
2	<p>Проектирование электроэнергетических систем и сетей</p>	<p>1. Характеристика района проектирования электрической сети</p> <p>2. Какие климатические характеристики нужно знать при проектировании и для чего?</p> <p>3. Расчет электрических нагрузок с помощью вероятностных характеристик.</p> <p>4. Проектирование электрических сетей питающих энергосистем</p> <p>5. От чего зависят возможные конфигурации электрических сетей?</p> <p>6. Какие требования предъявляются к схемам электрических сетей?</p> <p>7. Какие известны подходы к учету надежности электроснабжения при выборе схем электрических сетей?</p> <p>8. Какие потребители электроэнергии относятся к I категории?</p> <p>9. Какие потребители электроэнергии относятся ко II и III категории?</p> <p>10. Что понимается под обеспечением гибкости схемы электрической сети?</p> <p>11. Какие известны радиальные (радиально-магистральные) и замкнутые конфигурации электрических сетей?</p> <p>12. Какие способы присоединения подстанций к одной радиальной и двойной радиальной сети известны?</p> <p>13. Как могут подключаться подстанции к сети с двумя центрами питания?</p> <p>14. Чем отличается распределительный пункт от подстанции?</p> <p>15. Какие требования предъявляются к схемам распределительных устройств?</p> <p>16. Какие известны блочные схемы подстанций?</p> <p>17. В чем сущность схем по типу мостика и по типу четырехугольника?</p> <p>18. Чем отличается секция шин от системы шин?</p> <p>19. Каково назначение секционного, шиносоединительного и обходного выключателей?</p> <p>20. Каково назначение обходной системы шин?</p> <p>21. Как подключается линия в схеме с двумя секциями шин и обходной системой шин?</p>

		<p>22. Как подключается линия в схеме с двумя системами шин и обходной системой шин?</p> <p>23. Как подключаются линии в схеме с полутора выключателями на присоединение?</p> <p>24. Какие известны схемы распределительных устройств низшего напряжения одно- и двухтрансформаторных подстанций?</p>
3	Характеристики и параметры элементов электроэнергетических систем	<p>1. Схемы замещения ВЛЭП и их параметры.</p> <p>2. Схемы замещения кабельных линий, их параметры.</p> <p>3. Каталожные данные трансформаторов, основные понятия и определения.</p> <p>4. Схема соединения обмоток автотрансформатора. Распределение токов при работе автотрансформатора в понижающем режиме.</p> <p>5. Типовая и номинальная мощности автотрансформаторов.</p> <p>6. Схема замещения двухобмоточного трансформатора и её параметры.</p> <p>7. Схема замещения трансформатора с расщепленной обмоткой и её параметры.</p> <p>8. Схема замещения трёхобмоточного трансформатора, её параметры.</p> <p>9. Схема замещения автотрансформатора, её параметры.</p>
4	Технико-экономические расчеты и рабочие режимы в электрических сетях энергосистем.	<p>1. Каковы наиболее характерные задачи при проектировании систем</p> <p>2. передачи и распределения электроэнергии?</p> <p>3. Какие известны основные экономические показатели систем передачи и распределения электроэнергии?</p> <p>4. Какие составляющие входят в капитальные затраты электрической сети?</p> <p>5. От чего зависит стоимость сооружения линии электропередачи?</p> <p>6. Как укрупненно определяется стоимость подстанции?</p> <p>7. Что понимается под ежегодными издержками на эксплуатацию электрической сети? Какие составляющие входят в них?</p> <p>8. В чем сущность амортизационных отчислений? Как они зависят от срока службы объекта?</p> <p>9. Как определяются затраты на возмещение потерь электроэнергии в электрической сети?</p> <p>10. Критерии выбора оптимального варианта электрической сети</p> <p>11. Капитальные вложения</p> <p>12. Эксплуатационные издержки</p> <p>13. Чистый дисконтированный доход, эквивалентные годовые расходы (годовые приведенные затраты) и срок окупаемости капитальных затрат.</p> <p>14. Технико-экономическое сравнение вариантов электрической сети. Выбор оптимального варианта схемы электрической сети при проектировании</p> <p>15. Определение потерь электрической энергии при проектировании электрической сети</p>
5	Расчет установившихся режимов	<p>1. Почему в электрических сетях, оснащённых устройствами регулирования, достаточно представлять нагрузки неизменной мощностью?</p> <p>2. В каких расчётах электрических систем и сетей такой учёт нагрузки допустим?</p> <p>3. При анализе режимов каких сетей допустимо моделировать электрические нагрузки неизменным по величине током?</p>

4. Чем обусловлена погрешность такой модели нагрузок?
5. Как определить значения неизменных сопротивлений и проводимостей, моделирующих электрические нагрузки?
6. Одинаковы ли эти значения при последовательном и параллельном включении сопротивлений?
7. Сформулируйте понятие «электрическая сеть» (ЭС). В чем назначение ЭС?
8. Какая основная задача расчета и анализа установившегося режима (состояния электрического равновесия) устройств передачи электрической энергии?
9. Перечислите основные показатели режима, характеризующие электрическое состояние участка сети.
10. Как представляется электрическая сеть при расчете установившихся режимов? Какие данные необходимы для расчетов?
11. В чем причина нелинейности математического описания задачи расчета установившегося режима?
12. В чем отличие задачи расчета установившегося режима электрической сети от классической задачи расчета электрической цепи?
13. При каких условиях установившийся режим трехфазной электрической сети называется симметричным?
14. Запишите выражение полной мощности для трехфазной электрической цепи. Как вычислить активную и реактивную мощность одно- и трехфазной электроустановки?
15. Запишите выражение тока для фазы нагрузки трехфазной сети через фазное и межфазное напряжение. Какое допущение при этом используется?
16. Каково значение расчетов параметров установившихся электрических режимов, выполняемых вручную?
17. Как учитывается трехфазная сеть и какие параметры ее электрического состояния анализируются при расчете установившихся симметричных режимов?
18. В чем состоит отличие понятий «потеря напряжения» и «падение напряжения»? Что называется, продольной и поперечной составляющими падения напряжения, отклонения напряжения?
19. Запишите выражения, характеризующие взаимосвязь параметров электрического режима и схемы замещения трехфазной сети.
20. Запишите выражения падения напряжения и его составляющих через токи и мощность. Приведите различные записи закона Ома для участка сети. Как геометрически (векторно) связаны продольная и поперечная составляющие вектора падения напряжения? Почему они неодинаковые при расчете их по данным начала и конца звена?
21. Каковы отличия векторных диаграмм напряжения при задании параметров в начале и конце участка сети?
22. Какое допущение используется при вычислении междуфазных напряжений?
23. Когда можно пренебречь поперечной составляющей падения напряжения и продольную составляющую падения напряжения приравнять потере напряжения?
24. Какие факторы определяют взаимное положение векторов токов и напряжений по концам участка сети?
25. Как влияет характер электрической нагрузки (коэффициент мощности) на взаимное положение векторов напряжений по концам участка сети?

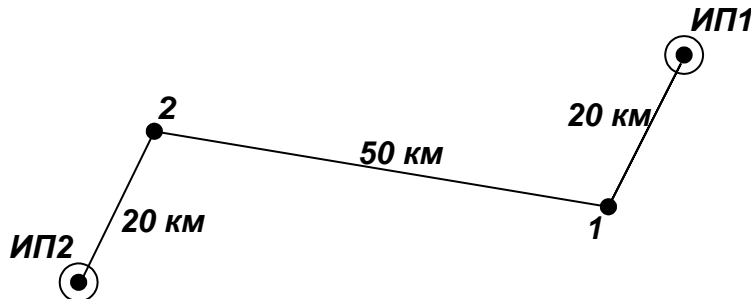
		<p>26. В каком соотношении находятся продольная и поперечная составляющие вектора падения напряжения на участке сети при примерном равенстве его активного и индуктивного сопротивлений?</p> <p>27. Как приближенно учесть влияние поперечной составляющей падения напряжения на модуль (величину) напряжения?</p> <p>28. Как влияет при неизменном $\cos\phi$ нагрузки изменение площади сечения проводов и протяженности линии на фазовый сдвиг векторов напряжений?</p> <p>29. К каким изменениям векторных диаграмм токов и напряжений электропередачи приводит увеличение нагрузки на ее приемном конце?</p> <p>30. Расчёт режимов разомкнутых сетей по данным «конца».</p> <p>31. Расчёт режимов разомкнутых сетей по данным «начала».</p> <p>32. Построение векторных диаграмм токов и напряжений при расчёте режимов разомкнутых сетей.</p> <p>33. Определение потоков мощности на головных участках в простых замкнутых сетях и в сетях с двухсторонним питанием.</p> <p>34. Расчёт кольцевых сетей.</p> <p>35. Понятие «точка потоко раздела». Как рассчитать кольцевую сеть с двумя точками потоко раздела?</p> <p>36. Особенности расчёта режимов в однородных электрических сетях.</p> <p>37. Расчёт режимов сетей с двухсторонним питанием.</p> <p>38. Определение наибольшей потери напряжения.</p> <p>39. Особенности расчёта сетей с равномерно распределённой нагрузкой.</p> <p>40. Определение напряжения на стороне низшего напряжения подстанции с двухобмоточными трансформаторами.</p> <p>41. Определение напряжения на сторонах среднего и низшего напряжений подстанции с трёхобмоточными трансформаторами и автотрансформаторами.</p> <p>42. Расчёт сетей с различными номинальными напряжениями.</p> <p>43. Преобразование сети при расчете режимов электроэнергетических систем большой сложности</p> <p>44. Исключение узлов при расчете режимов электроэнергетических систем большой сложности</p> <p>45. Методы эквивалентирования сети</p> <p>46. Эквивалентирование при расчетах УУН систем большой сложности</p> <p>47. Методы решения уравнений узловых напряжений.</p> <p>48. Матричные и топологические методы расчета режимов электроэнергетических систем</p> <p>49. Способы задания параметров элементов схемы, нагрузочных и генераторных узлов. Балансирующий узел</p> <p>50. Расчет режимов с помощью промышленных программно-вычислительных комплексов</p> <p>51. Анализ установившихся режимов</p>
6	Расчет воздушных линий на механическую прочность	<p>1. Какие расчетные климатические условия регламентируют ПУЭ для расчета проводов и тросов на механическую прочность?</p> <p>2. Что такое удельная нагрузка на трос (провод)?</p> <p>3. Перечислить удельные нагрузки на провод?</p> <p>4. Как рассчитываются удельные нагрузки на провод?</p> <p>5. В чем заключается задача механического расчета проводов?</p> <p>6. Записать уравнение состояния проводов. Каково физическое</p>

		<p>содержание уравнения состояния провода?</p> <p>7. Как выполняется расчет монтажных стрел провеса провода?</p> <p>8. Запишите выражение для расчета стрелы провеса провода?</p> <p>9. Назовите особенности механического расчета грозозащитного троса?</p> <p>10. Поясните термин «исходный режим». Какой принимается исходный режим при расчете грозозащитного троса?</p>
7	<p>Качество электрической энергии и его обеспечение</p>	<p>1. Какие известны показатели качества электрической энергии?</p> <p>2. Каким показателем оценивается качество частоты?</p> <p>3. Какими показателями оценивается качество напряжения?</p> <p>4. Что понимают под отклонением напряжения и каковы причины его появления?</p> <p>5. Как влияет отклонение напряжения на работу электроприемников?</p> <p>6. Каковы верхние пределы допустимых отклонений напряжения в сетях 35 – 750 кВ?</p> <p>7. Что понимают под колебанием напряжения, каковы причины его появления?</p> <p>8. Как количественно оценивается колебание напряжения?</p> <p>9. По каким причинам возникает несинусоидальность напряжения? Каковы отрицательные последствия ее появления?</p> <p>10. Как количественно оценивается несинусоидальность напряжения?</p> <p>11. Каковы причины появления несимметрии напряжений и отрицательные последствия ее появления?</p> <p>12. Какими количественными показателями оценивается несимметрия напряжения?</p> <p>13. Что понимают под провалом напряжения?</p> <p>14. Как определить диапазон изменения мощности при регулировании частоты?</p> <p>15. Как влияет крутизна частотной характеристики элементов системы на регулирование частоты?</p> <p>16. Каковы возможные причины и последствия понижения частоты в энергосистеме?</p> <p>17. Каковы особенности поведения станции при отсутствии резерва мощности?</p> <p>18. Каким образом классифицируют изменения частоты в энергосистеме?</p> <p>19. Какова связь между балансом активной мощности и регулированием частоты?</p> <p>20. Что понимают под резервом мощности и энергии системы и каково назначение резерва?</p> <p>21. Как характеризовать процесс первичного регулирования частоты?</p> <p>22. Каким образом выполняют регулирование частоты в энергосистемах?</p> <p>23. Какие требования предъявляют к регуляторам частоты электрических станций?</p> <p>24. Каковы приоритеты в распределении активных мощностей между электростанциями?</p>

Перечень типовых задач для практической части экзамена

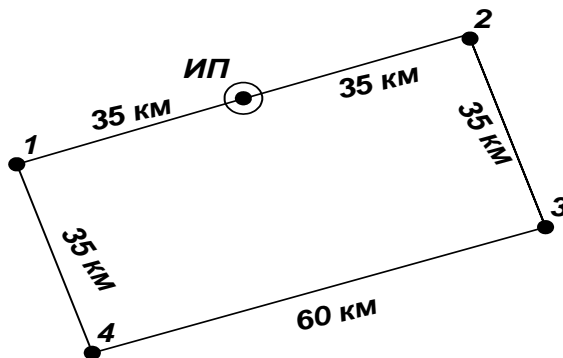
Задача № 1.

$P_1=27$ МВт, $\operatorname{tg} \varphi_1=0,7$;
 $P_2=52$ МВт, $\operatorname{tg} \varphi_2=0,5$;
Район по гололёду –IV.



1. Определить напряжение сети;
2. Выбрать силовые трансформаторы для ПС 2;
3. Выбрать сечение проводов ВЛЭП ИП2–2.

Задача № 2.



$P_1=28$ МВт, $\operatorname{tg} \varphi_1=0,6$;
 $P_2=25$ МВт, $\operatorname{tg} \varphi_2=0,6$;
 $P_3=31$ МВт, $\operatorname{tg} \varphi_3=0,5$;
 $P_4=12$ МВт, $\operatorname{tg} \varphi_4=0,7$;
Район по гололёду –III.

1. Определить напряжение сети;
2. Выбрать силовые трансформаторы для ПС 1;
3. Выбрать сечение проводов ВЛЭП 3–4.

Задача №3

Определить необходимое число конденсаторов, номинальное напряжение и установленную мощность батареи конденсаторов для следующих условий. Районная понижающая подстанция связана с центром питания ($U_{\text{ИП}}=120$ кВ) одноцепной ВЛЭП длиной 87 км, марка провода АС-185. Наибольшая расчетная нагрузка подстанции равна $42+j21$ МВА. По условиям работы потребителей потери напряжения в ВЛЭП при этой нагрузке не должны превышать $\Delta U_{\text{доп}\%}=5,5\%$. Для снижения потерь напряжения в каждую фазу ВЛ необходимо включить однофазные конденсаторы, напряжением 0,66 кВ.

Задача №4

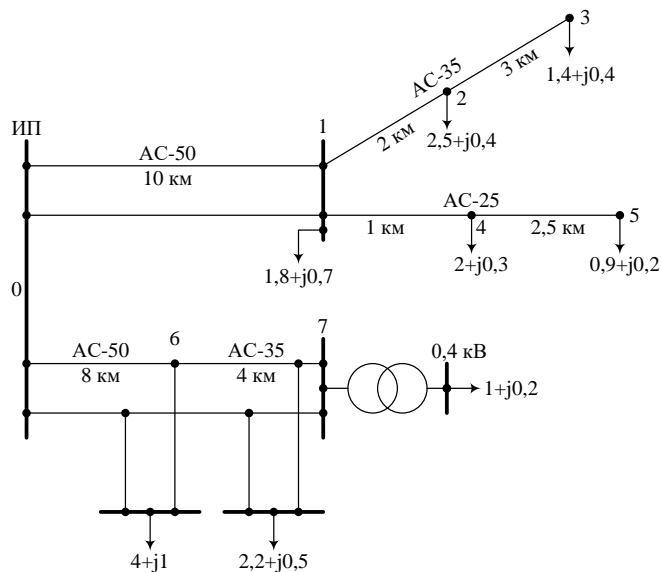
ЛЭП – 220 кВ выполнена проводом марки АСКП-400 и имеет протяжённость 180 км. Изменяются ли параметры схемы её замещения, если каждую фазу выполнить двумя проводами марки АСКП-240? Расстояние между проводами при расщеплении – 400 мм. Расстояние между фазами – 4,5 м

Задача №5

Воздушная линия электропередачи напряжением 500 кВ длиной 220 км связывает между собой две электростанции. Составить для нее схему замещения и определить ее параметры, если линия выполнена проводом АСК-500/64, число проводов в фазе 3. Расстояние между проводами в расщеплении 500 мм. Расстояние между фазами 11 м. Подвеска проводов горизонтальная.

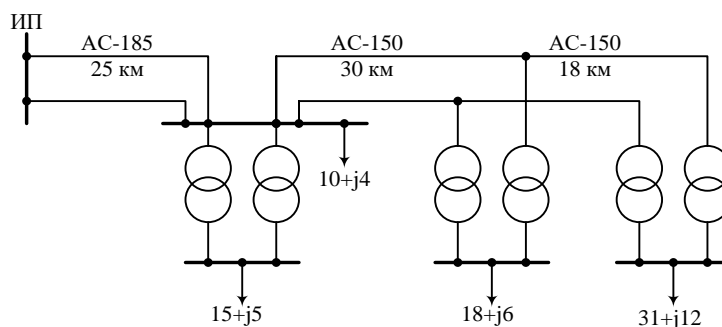
Задача №6

Рассчитать режим разомкнутой сети при $U_{ИП}=10,7$ кВ. Определить суммарные потери мощности в сети.



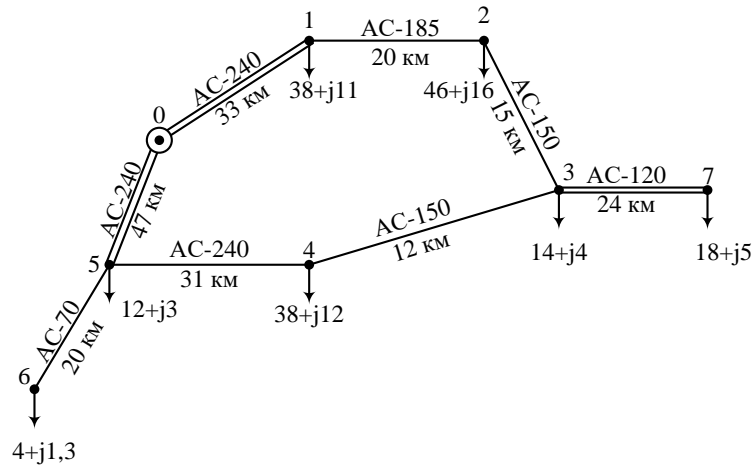
Задача №7

Рассчитать режим районной разомкнутой сети 110 кВ при напряжении источника питания 117 кВ.



Задача №8

Описать порядок расчёта установившегося режима в схеме (без численной подстановки величин). В узлах задана приведенная нагрузка в МВА. Напряжение ИП $119e^{j14^\circ}$ кВ.



5.2.2. Перечень контрольных материалов для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение 7 семестра в форме собеседования во время проведения практических занятий, выполнении и защиты лабораторных работ и выполнении и защиты РГЗ; в течение 8 семестра - собеседования во время проведения практических занятий и выполнения и защиты курсового проекта.

Примеры типовых вопросов и задач для практических занятий Соответствует списку вопросов к экзамену и типовым задачам к экзамену.

5.2.3. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Примеры типовых вопросов для защиты курсового проекта

1. Схемы замещения ВЛЭП и их параметры.
2. Схемы замещения трансформаторов и их параметры.
3. Схема замещения автотрансформатора, её параметры.
4. Приведенная и расчётная нагрузка узла.
5. Схемы электрических сетей.
6. Расчёт режимов разомкнутых сетей по данным «начала».
7. Расчёт кольцевых сетей.
8. Расчёт режимов сетей с двухсторонним питанием.
9. Определение наибольшей потери напряжения.
10. Определение напряжения на стороне низшего напряжения подстанции с двухобмоточными трансформаторами.
11. Определение напряжения на сторонах среднего и низшего напряжений подстанции с трёхобмоточными трансформаторами и автотрансформаторами.
12. Расчёт сетей с различными номинальными напряжениями.
13. Регулирование напряжения с помощью РПН трансформаторов и линейных регуляторов.
14. Выбор ответвлений РПН в двухобмоточных трансформаторах.
15. Выбор ответвлений РПН в трехобмоточных трансформаторах.

16. Выбор ответвлений РПН в автотрансформаторах.
17. Подготовка исходной информации для расчета режимов с помощью ПК RastrWin.
18. Характеристика ПК, используемых для расчета режимов.
19. Проверка правильности расчетов режимов с помощью ПК.
20. В чем заключается анализ режимов, и с какой целью его проводят.
21. Встречное регулирование напряжения.
22. Как рассчитываются удельные нагрузки на провод?
23. В чем заключается задача механического расчета проводов?
24. Записать уравнение состояния проводов. Каково физическое содержание уравнения состояния провода?
25. Как выполняется расчет монтажных стрел провеса провода?
26. Запишите выражение для расчета стрелы провеса провода?
27. Назовите особенности механического расчета грозозащитного троса?
28. Поясните термин «исходный режим». Какой принимается исходный режим при расчете грозозащитного троса

Примеры типовых вопросов для защиты РГЗ

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 конструкция.
5. Виды линейной арматуры, её назначение.
6. Задание нагрузки при расчётах режимов.
7. Определение потерь мощности в трансформаторе.
8. Определение потерь мощности в автотрансформаторе.
9. Способы присоединения подстанций к электрической сети.
10. Схемы электрических соединений подстанций.
11. В чем заключается характеристика района проектирования?
12. Какие климатические характеристики нужно знать при проектировании и для чего?
13. Расчет электрических нагрузок с помощью вероятностных характеристик.
14. Выбор номинального напряжения сети.
15. Принципы составления вариантов конфигурации электрической сети.
16. Выбор сечений проводов ВЛ методом экономических токовых интервалов.
17. Технический анализ вариантов конфигурации сети.
18. Чистый дисконтированный доход. Среднегодовые эквивалентные затраты.
19. Капитальные вложения.
20. Эксплуатационные издержки.
21. Расчет потерь электроэнергии.
22. Три задачи компенсации реактивной мощности.
23. Балансовый расчет компенсации реактивной мощности.
24. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов.
25. Схемы распределительных устройств подстанций.

5.2.4. Перечень контрольных материалов для защиты лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

5.2.5. Перечень контрольных работ

Не предусмотрено учебным планом

5.3. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета (**7-й** семестр) используется следующая шкала оценивания: не зачтено, зачтено.

При промежуточной аттестации в форме Курсовой работы (**8-й** семестр) используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

При промежуточной аттестации в форме экзамена (**8-й** семестр) используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знания конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи и их типы конфигурации.
	Знания методик выбора оптимального варианта электрической сети и технико-экономические основы проектирования электроэнергетических систем и сетей
	Знания методов и методик расчета режимов работы и энергетических балансов распределительных сетей.
	Полнота ответов на вопросы.
Умения	Самостоятельность выполнения задания.
	Правильность применения теоретического материала.
	Рассчитывает технико-экономические показатели вариантов сети различными методиками.
	Проводит компенсацию реактивной мощности и определяет потери мощности в распределительных сетях
	Составляет схемы замещения для расчета режимов работы электроустановок; выполняет расчеты основных параметров режимов и электрооборудования; анализирует результаты расчета режимов работы схем электроустановок и электрооборудования.
	Полнота выполнения заданий, полнота ответов на дополнительные вопросы.
	Умение сравнивать, делать выводы по результатам выполненного задания.
Качество оформления заданий.	
Навыки	Навыки проектирования электрических сетей и оценки надежности конфигурации.

	Навыки составления схем замещения и расчета параметров их режимов с применением современного программного обеспечения.
	Навыки расчета и анализа установившихся и послеаварийных режимов работы.
	Выбор методики выполнения задания.
	Анализ и обоснование полученных результатов.

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

При промежуточной аттестации в форме **зачета**:

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Знания конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи и их типы конфигурации.	Не знает конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи и их типы конфигурации.	Знает конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий электропередачи и их типы конфигурации.
Знания методик выбора оптимального варианта электрической сети и технико-экономические основы проектирования электроэнергетических систем и сетей	Не знает методики выбора оптимального варианта электрической сети и технико-экономические основы проектирования электроэнергетических систем и сетей	Знает методики выбора оптимального варианта электрической сети и технико-экономические основы проектирования электроэнергетических систем и сетей
Знания методов и методик расчета режимов работы и энергетических балансов распределительных сетей.	Не знает методы и методики расчета режимов работы и энергетических балансов распределительных сетей.	Знает методы и методики расчета режимов работы и энергетических балансов распределительных сетей.
Полнота ответов на вопросы.	Не знает конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий, технико-экономические основы проектирования; не отвечает на вопросы для защиты лабораторных работ и вопросы для подготовки к зачету.	Знает конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий, технико-экономические основы проектирования; не отвечает на вопросы для защиты лабораторных работ и вопросы для подготовки к зачету.

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Самостоятельность выполнения задания.	Не может выполнить расчеты в рамках решения задач на практическом занятии, в том числе и с дополнительной помощью.	Самостоятельно выполняет расчеты на практическом занятии.
Правильность применения теоретического материала.	При применении теоретического (лекционного) материала допускаются ошибки, относящиеся к решению задач и защите лабораторных работ.	Теоретический (лекционный) материал применяется и интерпретируется правильно при решении задач и защите лабораторных работ.
Рассчитывает технико-экономические показатели вариантов сети различными методиками.	Не верно рассчитывает технико-экономические показатели вариантов сети различными методиками.	Верно рассчитывает технико-экономические показатели вариантов сети различными методиками.

Проводить компенсацию реактивной мощности и определяет потери мощности в распределительных сетях	Не верно проводить компенсацию реактивной мощности и определяет потери мощности в распределительных сетях	Верно проводить компенсацию реактивной мощности и определяет потери мощности в распределительных сетях
Составляет схемы замещения для расчета режимов работы электроустановок; выполняет расчеты основных параметров режимов и электрооборудования; анализирует результаты расчета режимов работы схем электроустановок и электрооборудования.	Не может составлять схемы замещения для расчета режимов работы электроустановок; выполняет расчеты основных параметров режимов и электрооборудования; анализирует результаты расчета режимов работы схем электроустановок и электрооборудования.	Верно составляет схемы замещения для расчета режимов работы электроустановок; выполняет расчеты основных параметров режимов и электрооборудования; анализирует результаты расчета режимов работы схем электроустановок и электрооборудования.
Полнота выполнения заданий, полнота ответов на дополнительные вопросы.	Имеются существенные ошибки при решении задач, не отвечает на дополнительные вопросы.	Верно выполняет расчеты при решении задач, верно отвечает на дополнительные вопросы.
Умение сравнивать, делать выводы по результатам выполненного задания.	Не умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, а также делать выводы по результатам выполнения лабораторных работ.	Сравнивает, сопоставляет и обобщает данные, самостоятельно оценивает полученные результаты, делает выводы по результатам выполнения лабораторных работ.
Качество оформления заданий.	Отчеты по лабораторным работам оформлены не в соответствии с требованиями, не полностью, имеются ошибки. Или отчеты по лабораторным работам не оформлены вообще.	Отчеты по лабораторным работам оформлены в соответствии с требованиями, в полном объеме, имеются незначительные ошибки, неточности, опечатки.

Оценка сформированности компетенций по показателю *Навыки*.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Навыки проектирования электрических сетей и оценки надежности конфигурации.	Проектирование электрических сетей и оценка надежности конфигурации выполнена не верно	Проектирование электрических сетей и оценка надежности конфигурации выполнена верно
Навыки составления схем замещения и расчета параметров их режимов с применением современного программного обеспечения.	Не верно составлены схем замещения и расчета параметров их режимов с применением современного программного обеспечения.	Верно составлены схем замещения и расчета параметров их режимов с применением современного программного обеспечения.
Навыки расчета и анализа установившихся и послеаварийных режимов работы.	Расчеты и анализ установившихся режимов работы выполнены не верно	Расчеты и анализ установившихся режимов работы выполнены верно
Выбор методики выполнения задания.	Неверно выбрана методика решения задач и выполнения заданий при защите лабораторных работ.	Методика решения задач и выполнения заданий при защите лабораторных работ выбрана верно с учетом исходных данных.

Анализ и обоснование полученных результатов.	Не произведен анализ результатов решения задач и результатов выполнения лабораторных работ.	Произведен анализ результатов решения задач, сделаны выводы по лабораторным работам. Результаты работы обоснованы и в целом аргументированы, имеются ссылки на нормативные, справочные и учебно-методические источники.
--	---	---

При промежуточной аттестации в форме **Курсовой работы:**

Оценка сформированности компетенций по показателю *Знания*.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знания конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи и их типы конфигурации.	Не знает конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи и их типы конфигурации.	С ошибками и неточностями знает основные конструктивные выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи и их типы конфигурации. Возможные неточности и ошибки исправляет с помощью преподавателя.	Уверенно в целом, с небольшими неточностями знает конструктивные выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи и их типы конфигурации. Возможные неточности исправляет сам, без помощи преподавателя.	Безошибочно знает все конструктивные выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи и их типы конфигурации.
Знания методик выбора оптимального варианта электрической сети и технико-экономические основы проектирования электроэнергетических систем и сетей	Не знает методик выбора оптимального варианта электрической сети и технико-экономические основы проектирования электроэнергетических систем и сетей	С ошибками и неточностями знает методики выбора оптимального варианта электрической сети и технико-экономические основы проектирования электроэнергетических систем и сетей. Возможные неточности и ошибки исправляет с помощью преподавателя.	Уверенно в целом, с небольшими неточностями знает методики выбора оптимального варианта электрической сети и технико-экономические основы проектирования электроэнергетических систем и сетей. Возможные неточности исправляет сам, без помощи преподавателя.	Безошибочно знает методики выбора оптимального варианта электрической сети и технико-экономические основы проектирования электроэнергетических систем и сетей

Знания методов и методик расчета режимов работы и энергетических балансов распределительных сетей.	Не знает методов и методик расчета режимов работы и энергетических балансов распределительных сетей.	С ошибками и неточностями знает методов и методик расчета режимов работы и энергетических балансов распределительных сетей. Возможные неточности и ошибки исправляет с помощью преподавателя.	Уверенно в целом, с небольшими неточностями знает методов и методик расчета режимов работы и энергетических балансов распределительных сетей. Возможные неточности исправляет сам, без помощи преподавателя.	Безошибочно знает методов и методик расчета режимов работы и энергетических балансов распределительных сетей.
Полнота ответов на вопросы для защиты курсовой работы.	Не отвечает на типовые вопросы для защиты курсовой работы.	Отвечает лишь на некоторые типовые вопросы для защиты курсовой работы. Возможные неточности и ошибки исправляет с помощью преподавателя.	Частично верно отвечает на типовые вопросы для защиты курсовой работы. Возможные неточности исправляет сам, без помощи преподавателя.	Полностью верно отвечает на типовые вопросы для защиты курсовой работы.

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Самостоятельность выполнения задания.	Не может выполнить расчеты в рамках выполнения курсовой работы, в том числе и с дополнительной помощью.	С дополнительной помощью или с ошибками и неточностями выполняет все расчеты в курсовой работе. Возможные неточности и ошибки исправляет с помощью преподавателя.	Самостоятельно и в целом уверенно, с небольшими неточностями выполняет все расчеты в курсовой работе. Возможные неточности исправляет сам, без помощи преподавателя.	Самостоятельно и безошибочно выполняет все расчеты в курсовой работе.
Правильность применения теоретического материала.	При применении теоретического (лекционного) материала допускаются ошибки, относящиеся к разделам курсовой работы.	Теоретический (лекционный) материал применяется и интерпретируется с ошибками и неточностями при выполнении всех разделов курсовой работы. Возможные неточности и ошибки исправляет с помощью преподавателя.	Теоретический (лекционный) материал применяется и интерпретируется в целом правильно, с небольшими неточностями при выполнении всех разделов курсовой работы. Возможные неточности исправляет сам, без помощи преподавателя.	Теоретический (лекционный) материал применяется и интерпретируется правильно при выполнении всех разделов курсовой работы.

Рассчитывает технико-экономические показатели вариантов сети различными методиками.	Не верно рассчитывает технико-экономические показатели вариантов сети различными методиками.	С дополнительной помощью или с ошибками и неточностями рассчитывает технико-экономические показатели вариантов сети различными методиками.	С небольшими недочетами и неточностями рассчитывает технико-экономические показатели вариантов сети различными методиками.	Безошибочно рассчитывает технико-экономические показатели вариантов сети различными методиками.
Проводить компенсацию реактивной мощности и определяет потери мощности в распределительных сетях	Не верно проводить компенсацию реактивной мощности и определяет потери мощности в распределительных сетях.	С дополнительной помощью или с ошибками и неточностями методиками проводить компенсацию реактивной мощности и определяет потери мощности в распределительных сетях.	С небольшими недочетами и неточностями проводить компенсацию реактивной мощности и определяет потери мощности в распределительных сетях.	Безошибочно проводить компенсацию реактивной мощности и определяет потери мощности в распределительных сетях.
Составляет схемы замещения для расчета режимов работы электроустановок; выполняет расчеты основных параметров режимов и электрооборудования; анализирует результаты расчета режимов работы схем электроустановок и электрооборудования.	Не может составлять схемы замещения для расчета режимов работы электроустановок; выполняет расчеты основных параметров режимов и электрооборудования; анализирует результаты расчета режимов работы схем электроустановок и электрооборудования.	С дополнительной помощью или с ошибками и неточностями составляет схемы замещения для расчета режимов работы электроустановок; выполняет расчеты основных параметров режимов и электрооборудования; анализирует результаты расчета режимов работы схем электроустановок и электрооборудования.	С небольшими недочетами и неточностями составляет схемы замещения для расчета режимов работы электроустановок; выполняет расчеты основных параметров режимов и электрооборудования; анализирует результаты расчета режимов работы схем электроустановок и электрооборудования.	Верно составляет схемы замещения для расчета режимов работы электроустановок; выполняет расчеты основных параметров режимов и электрооборудования; анализирует результаты расчета режимов работы схем электроустановок и электрооборудования.
Полнота выполнения заданий, полнота ответов на дополнительные вопросы.	Имеются существенные ошибки при выполнении разделов курсовой работы, не отвечает на дополнительные вопросы.	С ошибками выполняет расчеты при выполнении разделов курсовой работы, отвечает на дополнительные вопросы с ошибками.	В целом верно выполняет расчеты при выполнении разделов курсовой работы, отвечает на дополнительные вопросы с небольшими неточностями.	Верно выполняет расчеты при выполнении разделов курсовой работы, безошибочно отвечает на дополнительные вопросы.

Умение сравнивать, делать выводы по результатам выполненного задания.	Не умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, а также делать выводы по результатам выполнения разделов курсовой работы.	С трудом обобщает данные, оценивает полученные результаты, делает выводы по результатам выполнения разделов курсовой работы с недочетами, неточностями и ошибками.	Обобщает данные, оценивает полученные результаты, делает выводы по результатам выполнения разделов курсовой работы с небольшими недочетами и неточностями.	Сравнивает, сопоставляет и обобщает данные, самостоятельно оценивает полученные результаты, безошибочно делает выводы по результатам выполнения разделов курсовой работы.
Качество оформления заданий.	Пояснительная записка и графическая часть курсовой работы оформлены не в соответствии с требованиями, не полностью, имеются грубые ошибки. Или пояснительная записка и графическая часть курсовой работы не оформлены вообще.	Пояснительная записка и графическая часть курсовой работы оформлены лишь частично в соответствии с требованиями, в неполном объеме, с недочетами, неточностями и ошибками.	Пояснительная записка и графическая часть курсовой работы оформлены в соответствии с требованиями, в достаточном объеме, небольшими недочетами и неточностями.	Пояснительная записка и графическая часть курсовой работы оформлены в соответствии с требованиями, в полном объеме, безошибочно.

Оценка сформированности компетенций по показателю *Навыки*.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навыки проектирования электрических сетей и оценки надежности конфигурации.	проектирование электрических сетей и оценка надежности конфигурации. выполнена не верно.	проектирование электрических сетей и оценка надежности конфигурации. выполнена в неполном объеме, с недочетами, неточностями и ошибками, по исходным данным и рекомендуемым методикам.	проектирование электрических сетей и оценка надежности конфигурации. выполнена с небольшими недочетами и неточностями, по исходным данным и рекомендуемым методикам.	проектирование электрических сетей и оценка надежности конфигурации. выполнена безошибочно, по исходным данным и рекомендуемым методикам.
Навыки составления схем замещения и расчета параметров их режимов с применением современного программного обеспечения.	составление схем замещения и расчет параметров их режимов с применением современного программного обеспечения не выполнен.	составление схем замещения и расчет параметров их режимов выполнен с без применения современного программного обеспечения.	составления схем замещения и расчета параметров их режимов выполнен с применением современного программного обеспечения.	составления схем замещения и расчета параметров их режимов выполнен с применением современного программного обеспечения.

Навыки расчета и анализа установившихся и послеаварийных режимов работы.	расчет и анализ установившегося и послеаварийного режимов работы выполнены не верно.	расчета и анализа установившихся и послеаварийных режимов работы выполнены с недочетами, неточностями и ошибками.	расчета и анализа установившихся и послеаварийных режимов работы выполнены с небольшими недочетами и неточностями,	расчета и анализа установившихся и послеаварийных режимов работы. выполнены безошибочно.
Выбор методики выполнения задания.	Неверно выбрана методика выполнения разделов курсовой работы.	Методика выполнения разделов курсовой работы выбрана не подходящая и без учета исходных данных.	Методика выполнения разделов курсовой работы выбрана в целом верно с учетом исходных данных.	Методика выполнения разделов курсовой работы выбрана безошибочно с учетом исходных данных.
Анализ обоснование и полученных результатов.	Не произведен анализ результатов выполнения разделов курсовой работы.	Произведен анализ результатов выполнения разделов курсовой работы с ошибками, сделаны выводы с недочетами, неточностями и ошибками. Результаты работы не обоснованы.	Произведен анализ результатов выполнения разделов курсовой работы, сделаны выводы с небольшими недочетами и неточностями. Результаты работы обоснованы, имеются ссылки на нормативные, справочные и учебно-методические источники.	Произведен анализ результатов выполнения разделов курсовой работы, сделаны безошибочные выводы. Результаты работы обоснованы и в целом аргументированы, имеются ссылки на нормативные, справочные и учебно-методические источники.

При промежуточной аттестации в форме экзамена:

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знания конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи и их типы конфигурации.	Не знает конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи и их типы конфигурации.	С ошибками и неточностями. конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи и их типы конфигурации. Возможные неточности и ошибки исправляет с помощью преподавателя.	Уверенно в целом, с небольшими неточностями знает конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи и их типы конфигурации. Возможные неточности исправляет сам, без помощи преподавателя.	Безошибочно знает конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи и их типы конфигурации.

Знания методик выбора оптимального варианта электрической сети и технико-экономические основы проектирования электроэнергетических систем и сетей	Не знает методик выбора оптимального варианта электрической сети и технико-экономические основы проектирования электроэнергетических систем и сетей.	С ошибками и неточностями знает методик выбора оптимального варианта электрической сети и технико-экономические основы проектирования электроэнергетических систем и сетей. Возможные неточности и ошибки исправляет с помощью преподавателя.	Уверенно в целом, с небольшими неточностями знает методик выбора оптимального варианта электрической сети и технико-экономические основы проектирования электроэнергетических систем и сетей. Возможные неточности исправляет сам, без помощи преподавателя.	Безошибочно знает методик выбора оптимального варианта электрической сети и технико-экономические основы проектирования электроэнергетических систем и сетей.
Полнота ответов на экзаменационные вопросы.	Не знает основных схем распределительных устройств электроустановок, структурных схем электрических станций и подстанций; не отвечает на экзаменационные вопросы.	С ошибками и неточностями знает основные схемы распределительных устройств электроустановок, структурные схемы электрических станций и подстанций; отвечает лишь на некоторые экзаменационные вопросы. Возможные неточности и ошибки исправляет с помощью преподавателя.	Уверенно в целом, с небольшими неточностями знает основные схемы распределительных устройств электроустановок, структурные схемы электрических станций и подстанций; в достаточной степени верно отвечает на экзаменационные вопросы. Возможные неточности исправляет сам, без помощи преподавателя.	Безошибочно знает основные схемы распределительных устройств электроустановок, структурные схемы электрических станций и подстанций; полностью верно отвечает на экзаменационные вопросы.

Оценка сформированности компетенций по показателю *Умения*.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Самостоятельность выполнения задания.	Не может подготовить ответы на экзаменационные вопросы, в том числе и с дополнительной помощью.	С дополнительной помощью или с ошибками и неточностями отвечает на экзаменационные вопросы. Возможные неточности и ошибки исправляет с помощью преподавателя.	Самостоятельно и в целом уверенно, с небольшими неточностями отвечает на экзаменационные вопросы. Возможные неточности исправляет сам, без помощи преподавателя.	Самостоятельно и безошибочно отвечает на экзаменационные вопросы.

Правильность применения теоретического материала.	При применении теоретического (лекционного) материала допускаются ошибки, при ответах на экзаменационные вопросы.	Теоретический (лекционный) материал применяется и интерпретируется с ошибками и неточностями при ответах на экзаменационные вопросы. Возможные неточности и ошибки исправляет с помощью преподавателя.	Теоретический (лекционный) материал применяется и интерпретируется в целом правильно, с небольшими неточностями при ответах на экзаменационные вопросы. Возможные неточности исправляет сам, без помощи преподавателя.	Теоретический (лекционный) материал применяется и интерпретируется безошибочно при ответах на экзаменационные вопросы.
Полнота выполнения заданий, полнота ответов на экзаменационные и дополнительные вопросы.	Имеются существенные ошибки при ответах на экзаменационные вопросы, не отвечает на дополнительные вопросы.	С ошибками отвечает на экзаменационные вопросы, не отвечает на дополнительные вопросы.	В целом верно отвечает на экзаменационные вопросы, отвечает на дополнительные вопросы с небольшими неточностями.	Безошибочно отвечает на экзаменационные вопросы, безошибочно отвечает на дополнительные вопросы.
Умение сравнивать, делать выводы по результатам выполненного задания.	Не умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, а также делать выводы при ответе на вопросы билета	Допускает ошибки при сопоставлении, обобщении и при формулировании выводов на заданные вопросы.	Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, но допускает небольшие неточности при формулировании выводов.	Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, а также делает верные выводы на задаваемые вопросы.
Качество оформления заданий.	Ответы оформлены неразборчиво и неаккуратно, что не поддаются проверке.	Ответы оформлены неаккуратно, отсутствуют необходимые пояснения в виде графиков, схем и формул.	Ответы оформлены аккуратно, с необходимыми пояснениями.	Ответы оформлены аккуратно, с необходимыми пояснениями и ссылками на используемые источники.
Качество ответа на вопросы экзаменационного билета.	Имеются существенные ошибки при ответе на вопросы билета	Ответы выполнены с существенными неточностями, не носящими принципиальный характер.	Ответы выполнены с небольшими неточностями.	Ответы выполнены без ошибок.

Оценка сформированности компетенций по показателю *Навыки*.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навыки проектирования электрических сетей и оценки надежности конфигурации.	проектирования электрических сетей и оценки надежности конфигурации приведены не верно.	проектирования электрических сетей и оценки надежности конфигурации приведены в неполном объеме, с недочетами, неточностями и ошибками.	проектирования электрических сетей и оценки надежности конфигурации приведены с небольшими недочетами и неточностями.	проектирования электрических сетей и оценки надежности конфигурации приведены безошибочно.

Навыки составления схем замещения и расчета параметров их режимов с применением современного программного обеспечения.	составления схем замещения и расчета параметров их режимов не верно	составления схем замещения и расчета параметров их режимов выполнены с недочетами, неточностями и ошибками.	составления схем замещения и расчета параметров их режимов выполнены с небольшими недочетами и неточностями, в целом верно.	составления схем замещения и расчета параметров их режимов выполнены безошибочно.
Выбор методики выполнения задания.	Неверно выбрана методика подготовки ответов.	Методика формирования ответов выбрана в целом верно, но имеются незначительные неточности при описании расчетных зависимостей и графического материала.	Методика выполнения ответов выбрана верно, но имеются недочеты, не относящиеся к основным расчетным зависимостям и графическому материалу.	Выбрана верная или наиболее рациональная методика формирования ответов с применением графического и аналитического методов.
Анализ и обоснование полученных результатов.	Не произведен анализ ответов.	Произведен анализ ответов с ошибками, сделаны выводы с недочетами, неточностями и ошибками. Ответы не обоснованы.	Произведен анализ ответов, сделаны выводы с небольшими недочетами и неточностями. Ответы обоснованы, имеются ссылки на нормативные, справочные и учебно-методические источники.	Произведен анализ ответов, сделаны безошибочные выводы. Ответы обоснованы и в целом аргументированы, имеются ссылки на нормативные, справочные и учебно-методические источники.

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.
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.

6.2. Перечень интернет ресурсов

1. Сайт публичного акционерного общества (ПАО) «Российские сети» [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.rosseti.ru/> – заглавие с экрана.

2. Сайт ПАО "МРСК Центра"[Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.mrsk-1.ru> – заглавие с экрана.

3. Сайт Федеральной сетевой компании Единой Энергетической системы (ФСК ЕЭС) [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.fsk-ees.ru/> – заглавие с экрана.

4. 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 [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.electrocentr.info/> – заглавие с экрана.

5. Электрические сети, оборудование электроустановок [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.forca.ru> – заглавие с экрана.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционные занятия – поточная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, компьютер/ноутбук).

Практические занятия – учебный класс, оснащенный презентационной техникой (проектор, компьютер/ноутбук).

Оборудование:

цифровые вольтметры;

цифровые мультиметры;

амперметры.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на _____ учебный год.

Протокол № _____ заседания кафедры от _____.

Заведующий кафедрой _____ В.А. Уваров
подпись, ФИО

Директор института _____ В.А. Уваров
подпись, ФИО

подпись, ФИО

Рабочая программа утверждена на 20__/20__ учебный год без изменений:

Протокол № _____ заседания кафедры от «____» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ **В.А. Уваров**
подпись, ФИО

Директор института _____ **В.А. Уваров**
подпись, ФИО