

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Стахановский инженерно-педагогический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Кафедра электромеханики и транспортных систем



УТВЕРЖДАЮ:
Директор СИПИ (филиала)
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
_____ А.А. Авершин
(подпись)
« 24 » сентября 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ»

по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
профиль «Электроснабжение»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Электрические сети и системы» по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. - 34 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Электрические сети и системы» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 года № 144 (с изменениями и дополнениями от 26 ноября 2020 г., 8 февраля 2021 г., 19 июля 2022 г.).

СОСТАВИТЕЛИ:

канд. техн. наук, доцент Петров А.Г.

канд. психол. наук, доцент Авершин А.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры электромеханики и транспортных систем «18» апреля 2023 г., протокол № 9.

Заведующий кафедрой

электромеханики и транспортных систем  А.Г. Петров

Переутверждена: « » 20 г., протокол № .

Переутверждена: « » 20 г., протокол № .

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Стахановского инженерно-педагогического института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» «21» апреля 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии
СИПИ (филиала) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»



Н.В. Банник

© Петров А.Г., Авершин А.А., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – дать студенту знания и умения о совокупности процессов преобразования, распределения и использования электрической энергии, режимов функционирования всех элементов электрической системы с учетом надежности схем электрических соединений.

Задачи: изучение современного состоянием развития электрических систем и сетей; изучение методики определения параметров схем замещения элементов электрической системы; изучение методов повышения экономичности работы электрической системы.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Электрические сети и системы» относится к циклу дисциплин, входящих в часть, формируемых участниками образовательных отношений.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины является:

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: «Высшая математика», «Теоретические основы электротехники», «Введение в электроэнергетику» и служит основой для освоения дисциплин: «Проектирование систем электроснабжения», «Электрическая часть станций и подстанций», «Электромагнитные переходные процессы», «Безопасная эксплуатация электроустановок», подготовки и защиты курсовых и выпускных квалификационных работ, будущей профессиональной деятельности.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Выбирает источники информации, адекватные поставленным задачам и соответствующие научному мировоззрению УК-1.2. Демонстрирует умение осуществлять поиск информации для решения поставленных задач в рамках научного мировоззрения УК-1.3. Демонстрирует умение рассматривать различные точки зрения на поставленную задачу в рамках научного мировоззрения УК-1.4. Выявляет степень доказательности различных точек зрения на поставленную задачу в рамках научного мировоззрения	: Знать: основы поиска и выбора источников информации, адекватные поставленным задачам и соответствующие научному мировоззрению; законы и формы логически правильного мышления, основы теории аргументации, сущность и основные принципы системного подхода. Уметь: осуществлять поиск информации для решения поставленных задач и критически ее анализировать; применять методы критического анализа и синтеза информации, необходимой для

	УК-1.5. Определяет рациональные идеи для решения поставленных задач в рамках научного мировоззрения	решения поставленных задач; применять законы логики и основы теории аргументации при осуществлении критического анализа и синтеза информации, необходимой для решения поставленных задач; грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки. Владеть: методами системного и критического мышления.
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Проводит декомпозицию поставленной цели проекта в задачах УК-2.2. Демонстрирует знание правовых норм достижения поставленной цели в сфере реализации проекта УК-2.3. Демонстрирует умение определять имеющиеся ресурсы для достижения цели проекта УК-2.4. Осуществляет поиск необходимой информации для достижения задач проекта УК-2.5. Выявляет и анализирует различные способы решения задач в рамках цели проекта и аргументирует их выбор	Знать: правовую структуру общества и место выполняемой профессиональной деятельности в этой структуре; знает основы действующего законодательства Российской Федерации применительно к профессиональной деятельности. Уметь: планировать собственную деятельность с учетом ограниченности ресурсов в рамках допустимых законодательством средств и методов; осуществлять поиск информации для решения поставленных задач и критически ее анализировать; применять методы критического анализа и синтеза информации, необходимой для решения поставленных задач; грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки; отличать факты от мнений, интерпретаций и оценок; применять методы системного подхода при решении поставленных задач. Владеть: практическим опытом подбора правовых норм и определения экономических условий для решения конкретных профессиональных задач; методами системного и критического мышления.
ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.1. Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока. ОПК-4.2. Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока. ОПК-4.3. Применяет знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами. ОПК-4.4. Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств.	Знать: методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока; методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока; принцип действия электронных устройств и электрических машин различных типов. Уметь: применять теорию электромагнитного поля и цепей с

	ОПК-4.5. Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электротехнических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик. ОПК-4.6. Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов.	распределенными параметрами; Владеть: знанием принципа работы электрических машин, их режимов работы и характеристик.
ОПК-6. . Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	ОПК-6.1. Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность.	Знать: теорию физических величин и методологии измерений; основы теории построения средств измерения (средства измерения и методы измерений); основные физические величины их определение, смысл, единицы их измерения; Уметь: Объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций физических законов; истолковывать смысл физических величин и понятий; определять метрологические характеристики средств измерений; выбирать необходимые для решения измерительной задачи методы и средства измерений. Владеть: Подходами использования основных общезначимых законов и принципов в практических ситуациях; навыками оценки параметров измерительных приборов и устройств по комплекту документации; методами проведения различных видов измерений, а также методами оценки точности проводимых измерений в ходе профессиональной деятельности.
ПК-1 – Способен организовать и контролировать работы бригады (на объекте) по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи	ПК 1.1 – Обеспечивает подготовку бригады к выполнению работ по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи ПК 1.2 – Осуществляет руководство работой бригады по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий	Знать: цели, принципы и содержание, педагогические технологии и задачи профессиональной деятельности; технические характеристики и устройство обслуживаемого объекта; психологические принципы организации и контроля работы коллектива. Уметь: организовывать эффективное взаимодействие в

		коллективе (бригаде), анализировать психологические условия, обеспечивающие успешность выполнения работы на объекте по техническому обслуживанию и ремонту воздушных и кабельных линий электропередачи. Владеть: технологиями, методами профилактики и разрешения конфликтов, способами и приемами повышения работоспособности (бригады) в профессиональной деятельности.
ПК-2 – Способен обеспечить производство работ по ремонту оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей напряжением до 35 кВ включительно	ПК 2.1 – Осуществляет выполнение вспомогательных и подготовительных работ по ремонту оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей напряжением до 35 кВ включительно. ПК 2.2 – Обеспечивает ремонт оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей напряжением до 35 кВ включительно. ПК 2.3 – Анализирует и обеспечивает учет первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей. ПК 2.4 – Осуществляет ведение документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей.	Знать: перечень и технологию работ по ремонту оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей напряжением до 35 кВ включительно. Уметь: обеспечить ремонт оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей напряжением до 35 кВ включительно. Владеть: навыком ведения документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей.
ПК-3 – Способен обеспечить инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту устройств РЗА	ПК 3.1 Способен выполнить работы по техническому обслуживанию и ремонту устройств РЗА. ПК 3.2 Осуществляет расчет уставок устройств РЗА. ПК 3.3 Обеспечивает ведение нормативно-технической документации по техническому обслуживанию устройств РЗА.	Знать: действующие стандарты, технические условия, положения и инструкции по эксплуатации оборудования, программы испытаний; материально-техническую базу, обслуживаемого оборудования РЗА. Уметь: выбирать контрольно-измерительные приборы для контроля работы РЗА и анализировать характеристики функциональных узлов измерительной аппаратуры; проводить измерения

		параметров электрических сигналов приборами и устройствами и оценивать качество полученных результатов. Владеть: широкой общей подготовкой (базовыми знаниями) для решения практических задач в электроэнергетике и электротехнике; навыками оценки параметров измерительных приборов и устройств по комплекту документации; методами проведения различных видов измерений, а также методами оценки точности проводимых электрических измерений.
--	--	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	306 (8,5 зач.ед.)	306 (8,5 зач.ед.)	306 (8,5 зач.ед.)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	130		18
в том числе:			
Лекции	48		8
Семинарские занятия			
Практические занятия	64		8
Лабораторные работы	18		2
Курсовая работа (курсовой проект)	36	-	36
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i>)			
Самостоятельная работа студента (всего)	176	-	288
Итоговая аттестация:	Экзамен экзамен	Экзамен экзамен	Экзамен экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 5

Тема 1. Введение. Система обозначений

Задачи курса. Структура единой энергетической системы (ЕЭС). Производство, передача, потребление электроэнергии. Классификация электрических сетей и систем. Номинальные напряжения электрических сетей. Режимы нейтрали. Система обозначений.

Тема 2. Схемы замещения и характеристики элементов электрических систем.

Схемы замещения генераторов электрических станций для расчета установившихся режимов.

Схемы замещения линии электропередач (ЛЭП). Определение параметров схем замещения воздушных и кабельных линий различных классов напряжений.

Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов. Двухобмоточные трансформаторы. Трехобмоточные трансформаторы и автотрансформаторы. Трансформаторы с расщепленной обмоткой.

Реакторы. Нагрузка. Статические характеристики потребителей. Состав комплексной нагрузки. Статические характеристики нагрузки по напряжению и частоте. Представление нагрузок в расчетных схемах. Графики нагрузок. Время использования максимальной нагрузки. Время максимальных потерь

Тема 3. Электрический расчет и анализ режимов работы сетей, как элемента электроэнергетической системы

Классификация сетей по методам расчета. Задачи электрического расчета сетей.

Электрический расчет ЛЭП при заданном токе нагрузки: по данным конца, по данным начала. Векторные диаграммы токов и напряжений. Падение и потеря напряжения в линии. Продольная и поперечная составляющие падения напряжения.

Анализ режимов ЛЭП (холостой ход и нагрузочный режим).

Электрический расчет ЛЭП при заданной мощности нагрузки: по данным конца, по данным начала. Расчетные нагрузки подстанций.

Метод последовательных приближений и систематизированного подбора.

Тема 4. Особенности расчета линий электропередачи замкнутых сетей. Общая характеристика замкнутых сетей. Электрический расчет замкнутых сетей.

Зависимость напряжения и передаваемой мощности от длины линии. Повышение пропускной способности линии. Режим натуральной мощности. Современные средства управления режимами ЛЭП.

Семестр 6

Тема 5. Рабочие режимы электроэнергетических систем

Баланс активной мощности и его связь с частотой. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением.

Централизованная и децентрализованная выработка реактивной мощности. Компенсирующие устройства: батареи конденсаторов, синхронные

компенсаторы, статические источники реактивной мощности, шунтирующие реакторы.

Определение экономических и технически допустимых значений реактивной мощности.

Тема 6. Потери мощности и энергии

Методы определения потерь мощности и энергии в элементах электрических сетей. Продолжительность использования максимальной нагрузки. Метод определения потерь по графикам нагрузки. Метод расчета потерь электроэнергии по времени наибольших потерь.

Потери мощности и энергии в линиях.

Потери мощности и энергии в трансформаторах и автотрансформаторах.

Тема 7. Оптимизация режимов электроэнергетических систем

Способы уменьшения потерь мощности в элементах электроэнергетических систем. Современные средства учета.

Организационные и технические мероприятия по уменьшению потерь активной мощности в элементах электроэнергетической системы. Экономически целесообразный режим работы трансформаторов.

Тема 8. Специальные вопросы проектирования электрических сетей и систем.

Задачи и методы проектирования. Критерий выбора оптимального варианта. Выбор основных параметров. Выбор номинального напряжения сети. Основы выбора сечений проводов и кабелей. Учет технических ограничений при выборе сечений. Выбор трансформаторов на подстанции. Этапы выбора схем электрической сети при проектировании.

4.3 Лекции

№	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Задачи курса. Структура ЕЭС. Производство, передача, потребление электроэнергии	2		
2	Классификация электрических сетей и систем. Номинальные напряжения электрических сетей. Режимы нейтрали. Система обозначений.	2		
3	Схемы замещения генераторов электрических станций для расчета установившихся режимов.	2		2
4	Схемы замещения ЛЭП. Определение параметров схем замещения воздушных и кабельных линий различных классов напряжений.	2		2
5	Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов. Двухобмоточные трансформаторы. Трехобмоточные трансформаторы и автотрансформаторы. Трансформаторы с расщепленной обмоткой.	2		2
6	Реакторы. Нагрузка. Статические характеристики	4		

	потребителей. Состав комплексной нагрузки. Статические характеристики нагрузки по напряжению и частоте. Представление нагрузок в расчетных схемах. Графики нагрузок. Время использования максимальной нагрузки. Время максимальных потерь			
7	Классификация сетей по методам расчета. Задачи электрического расчета сетей.	2		
8	Электрический расчет ЛЭП при заданном токе нагрузки: по данным конца, по данным начала. Векторные диаграммы токов и напряжений. Падение и потеря напряжения в линии. Продольная и поперечная составляющие падения напряжения.	2		2
9	Анализ режимов ЛЭП (холостой ход и нагрузочный режим).	2		2
10	Электрический расчет ЛЭП при заданной мощности нагрузки: по данным конца, по данным начала. Расчетные нагрузки подстанций	2		
11	Расчет сети с разными номинальными напряжениями	2		2
12	Общая характеристика замкнутых сетей. Электрический расчет замкнутых сетей.	2		
13	Зависимость напряжения и передаваемой мощности от длины линии. Повышение пропускной способности линии. Режим натуральной мощности. Современные средства управления режимами ЛЭП.	2		
14	Баланс активной мощности и его связь с частотой. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением.	2		
15	Централизованная и децентрализованная выработка реактивной мощности. Компенсирующие устройства: батареи конденсаторов, синхронные компенсаторы, статические источники реактивной мощности, реакторы.	2		2
16	Определение экономических и технически допустимых значений реактивной мощности.	2		
17	Методы определения потерь мощности и энергии в элементах электрических сетей. Продолжительность использования максимальной нагрузки. Метод определения потерь по графикам нагрузки. Метод расчета потерь электроэнергии по времени наибольших потерь.	2		
18	Потери мощности и энергии в линиях.	2		
19	Потери мощности и энергии в трансформаторах и автотрансформаторах	2		
20	Оптимизация режимов электроэнергетических систем	2		
21	Способы уменьшения потерь мощности в элементах электроэнергетических систем. Современные средства учета. Организационные и технические мероприятия по уменьшению потерь активной мощности в элементах электроэнергетической системы. Экономически целесообразный режим работы трансформаторов.	4		

22	Специальные вопросы проектирования электрических сетей и систем	2		
Итого:		48		8

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Расчеты параметров линий. Схемы замещения линий	6		
2	Расчет параметров схем замещения трансформаторов. Потери мощности в трансформаторах	6		2
3	Расчет потерь электроэнергии в элементах электроэнергетических систем	6		2
4	Расчет разомкнутых распределительных сетей	6		
5	Расчет разомкнутой электрической сети методом последовательных приближений	6		
6	Расчет замкнутых электрических сетей	4		
7	Выбор сечений проводов линий электропередачи по экономической плотности тока и методом экономических интервалов	6		2
8	Выбор сечений проводов ЛЭП и жил кабелей в распределительной сети по потере напряжения	6		
9	Регулирование напряжения в электрических сетях	6		
10	Компенсация реактивной мощности в электрических сетях	6		2
11	Оптимизационные расчеты	6		
Итого:		64		8

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Наименование	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Ознакомление с конструкциями кабельных линий	2		
2	Ознакомление с линейной арматурой ЛЭП	4		
3	Исследование ЛЭП	4		1
4	Работа станции на нагрузку через линию электропередачи	4		1
5	Изучение регулирования напряжения способом перераспределения реактивных мощностей с помощью батарей статических конденсаторов (БСК)	4		
Итого:		18	-	2

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Введение. Система обозначений	Изучение лекций	22		36
2	Схемы замещения и характеристики элементов электрических систем	Изучение лекций, проведение расчетов	22		36
3	Электрический расчет и анализ режимов работы сетей, как элемента электроэнергетической системы	Изучение лекций, Подготовка к лабораторной работе (ЛР), проведение расчетов	22		36
4	Особенности расчета линий электропередачи замкнутых сетей	Изучение лекций Подготовка к ЛР, проведение расчетов	22		36
5	Рабочие режимы электроэнергетических систем	Изучение лекций выполнение КП	22		36
6	Потери мощности и энергии	Изучение лекций, выполнение курсового проекта (КП)	22		36
7	Оптимизация режимов электроэнергетических систем	Изучение лекций, выполнение КП	22		36
8	Специальные вопросы проектирования электрических сетей и систем	Изучение лекций, выполнение КП	22		36
Итого:			176		288

4.7. Курсовые работы/проекты.

Студенты выполняют курсовой проект по тематике проектирования электрических сетей района.

В курсовой работе производится выбор схемы сети напряжением 35-220 кВ, рассчитываются основные режимы, выбираются средства регулирования напряжения и определяются технико-экономические показатели сети.

Этапы выполнения курсового проекта

1. Выдача индивидуального задания на курсовой проект. Выбор конфигурации электрической сети.
 2. Выбор номинального напряжения и компенсация реактивной мощности.
 3. Выбор сечений проводов ЛЭП. Выбор количества и номинальной мощности трансформаторов и автотрансформаторов.
 4. Схема электрических соединений подстанций.
 5. Расчет параметров схемы замещения электрической сети.
- Подготовка исходных данных для расчета режимов.
7. Расчет режимов электрической сети
 8. Регулирование напряжения.
 9. Оформление пояснительной записки и графической части.

5. Образовательные технологии

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся используются инновационные образовательные технологии при реализации различных видов аудиторной работы в сочетании с внеаудиторной. Используемые образовательные технологии и методы направлены на повышение качества подготовки путем развития у обучающихся способностей к самообразованию и нацелены на активизацию и реализацию личностного потенциала.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- аудиторные занятия – лекции, практические и лабораторные работы в соответствии с учебным планом;
- информационные технологии – использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям (электронный конспект, видеофайлы, размещенные во внутренней сети).

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются:

- работа в команде: совместная работа студентов в группе при выполнении лабораторных работ;
- самостоятельная работа студентов: освоение теоретического материала, подготовка к выполнению практических и лабораторных работ, защита выполненных работ, выполнение и защита курсового проекта, подготовка к экзамену.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем(ями), ведущими лабораторные работы по дисциплине в следующих формах: вопросы для обсуждения (в виде докладов и сообщений); контрольные работы, курсовой проект.

Промежуточная аттестации по результатам освоения дисциплины проходит в форме устного/письменного экзамена (включает в себя ответы на теоретические вопросы и ответы на тестовые задания). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания (экзамен)	Характеристика знания предмета и ответов	Шкала оценивания (зачет)
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	зачтено
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	Не зачтено

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Лыкин А.В., Электрические системы и сети: учебник / Лыкин А.В. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. - 363 с. (Серия "Учебники НГТУ") - ISBN 978-5-7782-3037-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778230378.html>

2. Шведов Г.В., Городские распределительные электрические сети: учебное пособие / Шведов Г.В. - М.: Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01103-4 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011034.html>

3. Рыжов Ю.П., Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения: учебник для вузов / Рыжов Ю.П. - М.: Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01101-0 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011010.html>

4. Плащанский Л.А., Электрооборудование подстанций и осветительные сети предприятий, организаций и учреждений: учеб. пособие / Л.А. Плащанский. - М.: МИСиС, 2019. - 180 с. - ISBN 978-907067-42-2 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN978907067422.html>

б) дополнительная литература:

1. Гужов Н.П., Системы электроснабжения: учебник / Гужов Н.П. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. - 258 с. ("Учебники НГТУ") - ISBN 978-5-7782-2734-7 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778227347.html>

2. Короткевич М.А., Эксплуатация электрических сетей: учебник / М.А. Короткевич - Минск: Выш. шк., 2014. - 350 с. - ISBN 978-985-06-2397-3 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850623973.html>

3. Лыкин А.В., Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в электрических сетях: учеб. пособие / Лыкин А.В. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2013. - 115 с. - ISBN 978-5-7782-2202-1 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778222021.html>

4. Гужов Н.П., Системы электроснабжения : учебник / Гужов Н.П. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. - 258 с. ("Учебники НГТУ") - ISBN 978-5-7782-2734-7 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778227347.html>

5. Лю Чжэнья, Глобальное энергетическое объединение / Лю Чжэнья - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01273-4 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - UR : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012734.html>

6. Абрамова Е.Я., Курсовое проектирование по электроснабжению промышленных предприятий: учебное пособие / Абрамова Е.Я. - Оренбург: ОГУ, 2017. - ISBN 978-5-7410-1847-7 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741018477.html>

7. Бухгольц Б.М., Smart Grids - основы и технологии энергосистем будущего / Б.М. Бухгольц, З.А. Стычински; пер. с англ.: науч. ред. перевода Ю.В. Шаров, П.Ю. Коваленко, К.А. Осинцев; под общ. ред. Н.И. Воропая - М.:

Издательский дом МЭИ, 2017. - 461 с. - ISBN 978-5-383-01228-4 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012284.html>

8. Балаков Ю.Н., Безопасность электрических сетей в вопросах и ответах. В 2 ч. Ч. 1. Устройство электрических сетей: практическое пособие / Ю.Н. Балаков. - М.: Издательский дом МЭИ, 2013. - 428 с. - ISBN 978-5-383-00842-3 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383008423.html>

в) методические указания:

1. Конспект лекций по дисциплине «Электрические сети и системы» для студентов / А.Л. Кухарев – СУНИГОТ, 2017. – 55с.

2. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Электрические сети и системы». / А.Л. Кухарев. – Стаханов: СУНИГОТ 2018. – 36 с.

г) Интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки РФ/>

2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

3. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

4. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

5. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

6. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator

9. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт Оценочных средств по учебной дисциплине «Электрические сети и системы»

Перечень компетенций, формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код контролируе мой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции	Контролиру емые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формиро вания (семестр изучения)
1	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 УК-1.5	Тема1 Тема2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8	5,6
1	УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 УК-2.4 УК-2.5	Тема1 Тема2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8	5,6
2	ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.1. ОПК-4.2. ОПК-4.3. ОПК-4.4. ОПК-4.5. ОПК-4.6.	Тема1 Тема2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8	5,6
3	ОПК-6	Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-6.1	Тема1 Тема2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8	5,6
4	ПК-1	Способен организовать и контролировать работы	ПК-1.1 ПК-1.2	Тема1 Тема2	5,6

		бригады (на объекте) по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи		Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8	
5	ПК-2	Способен обеспечить производство работ по ремонту оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей напряжением до 35 кВ включительно	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4	Тема1 Тема2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8	5,6
5	ПК-3	Способен обеспечить инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту устройств РЗА	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Тема1 Тема2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8	

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	УК-1	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 УК-1.5	Знать: основы поиска и выбора источников информации, адекватные поставленным задачам и соответствующие научному мировоззрению; законы и формы логически правильного мышления, основы теории аргументации, сущность и основные принципы системного подхода. Уметь: осуществлять поиск информации для решения поставленных задач и критически ее анализировать; применять методы критического анализа и синтеза информации, необходимой для решения поставленных задач; применять законы логики и основы теории аргументации	Тема1 Тема2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8	Собеседование (устный опрос), вопросы и задания к лабораторным работам, вопросы и задания к практическим работам, выполнение и защита курсового

			при осуществлении критического анализа и синтеза информации, необходимой для решения поставленных задач; грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки. Владеть: методами системного и критического мышления.		проекта, вопросы к экзамену.
2	УК-2	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 УК-2.4 УК-2.5	Знать: правовую структуру общества и место выполняемой профессиональной деятельности в этой структуре; знает основы действующего законодательства Российской Федерации применительно к профессиональной деятельности. Уметь: планировать собственную деятельность с учетом ограниченности ресурсов в рамках допустимых законодательством средств и методов; осуществлять поиск информации для решения поставленных задач и критически ее анализировать; применять методы критического анализа и синтеза информации, необходимой для решения поставленных задач; грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки; отличать факты от мнений, интерпретаций и оценок; применять методы системного подхода при решении поставленных задач. Владеть: практическим опытом подбора правовых норм и определения экономических условий для решения конкретных профессиональных задач; методами системного и критического мышления.	Тема1 Тема2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8	Собеседование (устный опрос), вопросы и задания к лабораторным работам, вопросы и задания к практическим работам, выполнение и защита курсового проекта, вопросы к экзамену.
3	ОПК-4	ОПК-4.1. ОПК-4.2. ОПК-4.3. ОПК-4.4. ОПК-4.5. ОПК-4.6	Знать: методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока; методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока; принцип действия электронных устройств и электрических машин различных типов. Уметь: применять теорию электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами; Владеть: знанием принципа работы электрических машин, их	Тема1 Тема2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8	Собеседование (устный опрос), вопросы и задания к лабораторным работам, вопросы и задания к практическим

			режимов работы и характеристик.		ким работам, выполнение и защита курсового проекта, вопросы к экзамену.
4	ОПК-6	ОПК-6.1	Знать: теорию физических величин и методологии измерений; основы теории построения средств измерения (средства измерения и методы измерений); основные физические величины их определение, смысл, единицы их измерения; Уметь: Объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций физических законов; истолковывать смысл физических величин и понятий; определять метрологические характеристики средств измерений; выбирать необходимые для решения измерительной задачи методы и средства измерений. Владеть: Подходами использования основных общефизических законов и принципов в практических ситуациях; навыками оценки параметров измерительных приборов и устройств по комплекту документации; методами проведения различных видов измерений, а также методами оценки точности проводимых измерений в ходе профессиональной деятельности.	Тема1 Тема2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8	Собеседование (устный опрос), вопросы и задания к лабораторным работам, вопросы и задания к практическим работам, выполнение и защита курсового проекта, вопросы к экзамену.
5	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2	Знать: цели, принципы и содержание, педагогические технологии и задачи профессиональной деятельности; технические характеристики и устройство обслуживаемого объекта; психологические принципы организации и контроля работы	Тема1 Тема2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7	Собеседование (устный опрос), вопросы и задания к лаборатор

			коллектива. Уметь: организовывать эффективное взаимодействие в коллективе (бригаде), анализировать психологические условия, обеспечивающие успешность выполнения работы на объекте по техническому обслуживанию и ремонту воздушных и кабельных линий электропередачи. Владеть: технологиями, методами профилактики и разрешения конфликтов, способами и приемами повышения работоспособности (бригады) в профессиональной деятельности.	Тема 8	ным работам, вопросы и задания к практическим работам, выполнение и защита курсового проекта, вопросы к экзамену.
4	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4	Знать: перечень и технологию работ по ремонту оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей напряжением до 35 кВ включительно. Уметь: обеспечить ремонт оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей напряжением до 35 кВ включительно. Владеть: навыком ведения документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей.	Тема1 Тема2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8	Собеседование (устный опрос), вопросы и задания к лабораторным работам, вопросы и задания к практическим работам, выполнение и защита курсового проекта, вопросы к экзамену.
5	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Знать: действующие стандарты, технические условия, положения и инструкции по эксплуатации оборудования, программы испытаний; материально-техническую базу, обслуживаемого оборудования РЗА. Уметь: выбирать контрольно-измерительные приборы для контроля работы РЗА и анализировать характеристики функциональных узлов измерительной аппаратуры;	Тема1 Тема2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8	Собеседование (устный опрос), вопросы и задания к лабораторным работам, вопросы и задания к практическим работам, выполнение

			проводить измерения параметров электрических сигналов приборами и устройствами и оценивать качество полученных результатов. Владеть: широкой общей подготовкой (базовыми знаниями) для решения практических задач в электроэнергетике и электротехнике; навыками оценки параметров измерительных приборов и устройств по комплекту документации; методами проведения различных видов измерений, а также методами оценки точности проводимых электрических измерений.		ие и защита курсового проекта, вопросы к экзамену.
--	--	--	---	--	--

Фонды оценочных средств по дисциплине «Электрические сети и системы»

Вопросы для собеседования (устного опроса)

1. Как определить понятия энергетических и электроэнергетических систем?
2. Каково назначение электрических сетей в энергосистемах и как их классифицируют?
3. Шкала номинальных напряжений.
4. В чем особенности сетей с заземленными нейтралью.
5. В чем особенности сетей с изолированными нейтралью.
6. Общая методика обозначений в электрических сетях и системах (ЭСиС).
7. Что такое сверхпереходная электродвижущая сила (ЭДС).
8. Что такое сверхпереходное сопротивление.
9. Направление потоков мощности в режимах недовозбуждения и перевозбуждения.
10. Какие схемы замещения применяются для воздушных и кабельных линий?
11. Чем определяется индуктивное сопротивление линии.
12. От чего зависит емкостная проводимость линии.
13. Зарядная мощность воздушных линий.
14. Какова конструкция кабелей напряжением до 35 кВ? Каковы их арматура и способы прокладки?
15. Г-образная схема замещения трансформатора.

16. Влияние данных опыта холостого хода (ХХ) на параметры трансформатора.
17. Влияние данных опыта короткого замыкания (КЗ) на параметры трансформатора.
18. Особенности трансформаторов с расщепленной обмоткой.
19. Как задают нагрузки и генераторы при расчетах установившихся режимов?
20. Какой вид имеют типовые статические характеристики нагрузок по напряжению?
21. Как вычисляются сопротивления нагрузок по мощностям?
22. Как вычисляются проводимости нагрузок по мощностям?
23. Вилы и параметры реакторов.
24. Чем различаются расчеты режимов разомкнутой сети?
25. Чем различаются расчеты режимов замкнутой сети?
26. Понятие сложной цепи.
27. В чем особенность расчетов режимов разомкнутой линии при представлении нагрузок токами?
28. Порядок расчета по ЛЭП данным конца.
29. Порядок расчета по ЛЭП данным начала.
30. В чем состоит различие между падением и потерей напряжения?
31. Векторные диаграммы токов и напряжений.
32. Векторная диаграмма и параметры ЛЭП при холостом ходе.
33. Векторная диаграмма и параметры ЛЭП в нагрузочном режиме.
34. Чем различаются расчеты режимов разомкнутой линии при представлении нагрузок токами и полными мощностями?
35. В чем состоит различие между падением и потерей напряжения? Проиллюстрируйте это различие с помощью векторной диаграммы напряжений.
36. Чем различаются продольная и поперечная составляющие падения напряжения и как они выражаются через потоки мощности в линии?
37. Порядок определения расчетной нагрузки подстанций.
38. В чем заключается метод последовательных приближений.
39. Как рассчитать напряжение на шинах низкого напряжения (НН) подстанции.
40. Как рассчитывают режимы электрических сетей двух номинальных напряжений.
41. Как определить наибольшие потери напряжения в сети.
42. Характеристики замкнутых сетей.
43. Представление замкнутой сети как линии с двухсторонним питанием.
44. Расчет замкнутых сетей.
45. Какая разница в расчете распределения мощностей в линии с двухсторонним питанием без учета и с учетом потерь мощности?
46. Аварийные режимы замкнутых сетей.
47. Схемы электрических сетей

48. Способы повышения пропускной способности ЛЭП.
49. Особенности длинных ЛЭП.
50. Какова связь между балансом активной мощности и регулированием частоты.
51. Что понимается под резервом мощности.
52. Как осуществляется регулирование частоты в энергосистеме.
53. Какова связь между балансом реактивной мощности и регулированием напряжения.
54. Какие потребители и источники реактивной мощности имеются в энергосистемах и каковы их характеристики?
55. В чем состоят особенности выработки реактивной мощности на электростанциях?
56. Какие компенсирующие устройства применяются в энергосистемах и каковы их характеристики.
57. Каково назначение батарей конденсаторов.
58. Каковы критерии расстановки конденсаторной установки (КУ).
59. Оптимальная мощность КУ.
60. Эквивалентирование электрической сети при компенсации реактивной мощности (КРМ).
61. Технические и коммерческие потери.
62. Различия суточного графика нагрузки и графика продолжительности.
63. Методы расчета потерь электроэнергии.
64. Какие методы применяются для расчета потерь электроэнергии.
65. Как определить время наибольшей нагрузки и время наибольших потерь.
66. Какие методы уменьшения потерь в ЛЭП.
67. Какие методы применяются для расчета потерь электроэнергии в трансформаторах.
68. Коэффициент загрузки трансформатора.
69. Экономический режим работы трансформаторов.
70. Какие существуют виды задач оптимизации режимов электроэнергетических систем?
71. Какой режим называется оптимальным?
72. Какая разница между естественным и экономическим распределением потоков мощности в линиях?
73. Как решается задача оптимизации распределения мощности P между электростанциями без учета и при учете ограничений-неравенств на P электростанций и линий?
74. Как формулируется задача расчета допустимых режимов.
75. В чем суть метода приведенного градиента.
76. Оптимизация режимов по напряжению, мощности и КПД (U , Q , η).
77. Классификация способов снижения потерь электроэнергии.
78. Регулирование суточного графика нагрузки.

79. Технические мероприятия по снижению потерь в низковольтных сетях.

80. Каковы составные элементы капиталовложений на сооружение электрических сетей?

81. Как охарактеризовать ежегодные эксплуатационные расходы?

82. Что такое приведенные затраты и какие вопросы в проектах электрических сетей решаются на основе этого критерия?

83. Что такое коэффициент сравнительной эффективности капиталовложений?

84. Каковы показатели надежности электроснабжения, какими средствами она достигается и как учитывается при технико-экономическом сравнении вариантов?

85. Как можно классифицировать схемы электрических сетей?

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству собеседование
(устный опрос)**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5	Полно и аргументировано отвечает по содержанию вопроса. Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные. Излагает материал последовательно и правильно.
4	Студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «5», но допускает 1...3 ошибки, которые сам же исправляет.
3	Студент обнаруживает знание и понимание основных положений вопроса, но: излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.
2	Студент обнаруживает незнание ответа на вопрос, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал; отмечаются такие недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

Задания к практическим занятиям и лабораторным работам

1. Произвести расчеты параметров линий. Схемы замещения линий.
2. Произвести расчеты параметров схем замещения трансформаторов, потерь мощности в трансформаторах.
3. Произвести расчеты потерь электроэнергии в элементах электроэнергетических систем
4. Произвести расчеты разомкнутых распределительных сетей.

5. Произвести расчеты разомкнутых электрических сетей методом последовательных приближений.
6. Произвести расчеты замкнутых электрических сетей.
7. Рассчитать параметры регуляторов напряжения в электрических сетях.
8. Произвести расчет параметров компенсации реактивной мощности в электрических сетях
9. Произвести выбор сечений проводов линий электропередачи по экономической плотности тока и методом экономических интервалов.
10. Произвести выбор сечений проводов ЛЭП и жил кабелей в распределительной сети по потере напряжения.
11. Произвести оптимизационные расчеты.
12. Изучить конструкции кабельных линий.
13. Ознакомиться с линейной арматурой ЛЭП.
14. Исследовать параметры ЛЭП.
15. Изучить способы регулирования напряжения способом перераспределения реактивных мощностей с помощью батарей статических конденсаторов (БСК).
16. Исследовать работу станции на нагрузку через линию электропередачи.

Контрольные вопросы к практическим занятиям и лабораторным работам

1. Как изменяется индуктивное сопротивление линии при увеличении расстояния между проводами и уменьшении радиуса проводов?
2. Как снизить потери мощности на корону в линии электропередачи?
3. Перечислите типы опор и укажите их значение.
4. Перечислите основные типы проводов воздушных линий ВЛ и конструктивные особенности проводов АС(сталеалюминиевый).
5. Как вычисляются потери мощности в линиях?
6. Какие схемы замещения применяются для трансформаторов и автотрансформаторов?
7. Как изменяются сопротивления трансформаторов и потери мощности в них с ростом номинального напряжения?
8. Как вычисляются потери мощности в трансформаторах?
9. Какие допущения применяют при расчете распределительных сетей?
10. Как построить векторную диаграмму напряжений для линии 10 кВ?
11. Расчет потерь электроэнергии в линиях и трансформаторах.
12. Принципы расчета разомкнутых электрических сетей
13. Как рассчитать напряжение на стороне НН подстанции?
14. Как рассчитывают режим электрических сетей двух номинальных напряжений?
15. Как рассчитать в два этапа режим линии из двух участков при заданном напряжении в начале первого участка?

16. Как рассчитать в два этапа режим линии из двух участков при заданном напряжении в конце линии?
17. Как определить наибольшую потерю напряжения в сети?
18. Принципы расчета замкнутых электрических сетей.
19. Определение точек потокораздела активной и реактивной мощности.
20. Представление замкнутой сети как линии с двухсторонним питанием.
21. Способы регулирования напряжения в электрических сетях.
22. Трансформаторы с переключением без возбуждения (ПБВ).
23. Трансформаторы с регулированием под нагрузкой (РПН).
24. Каковы критерии расстановки КУ?
25. Расстановка КУ с учетом качества электроэнергии.
26. Что такое экономическая плотность тока, от каких факторов зависит ее значение и почему?
27. В чем сущность метода экономических интервалов для определения сечений проводов?
28. Каковы способы определения сечений проводов в распределительных сетях по допускаемым потерям напряжения?
29. Как проверяются сечения проводов и кабелей по допустимому длительному току при коротком замыкании?
30. Чем обусловлена допустимая температура для кабелей и проводов?
31. Что такое плавкие предохранители и по каким условиям производится их выбор?
32. В чем сущность оптимизационных расчетов?
33. В чем суть метода приведенного градиента?
34. Какова конструкция кабелей напряжением до 6(10) кВ?
35. Каковы их арматура и способ прокладки?
36. Каковы основные типы изоляторов воздушных линий, их области применения?
37. Охарактеризуйте линейную арматуру ВЛ и ее назначение.
38. Способы соединения проводов.
39. Перечислите типы опор и укажите их значение.
40. Перечислите основные конструктивные особенности проводов.
41. Каковы материалы опор и характерные черты их конструкций?
42. Падение и потеря напряжения.
43. Построение векторной диаграммы ЛЭП.
44. От чего зависит мощность потерь.
45. КПД электропередачи.
46. Какие компенсирующие устройства применяются в энергосистемах и каковы их основные свойства?
47. Каково назначение батарей конденсаторов и синхронных компенсаторов в электрических сетях?
48. Как формулируется и решается задача расчета допустимого режима?

49. Как взаимосвязаны задачи комплексной оптимизации режима электроэнергетической системы и оптимизации режима питающей сети по U и Q ?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «лабораторная работа»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью, в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы, правильно выполнил анализ погрешностей, соблюдал требования безопасности труда.
4	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, однако опыты провел в условиях и режимах, не обеспечивающих получение результатов и выводов с достаточной точностью, в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы, правильно выполнил анализ погрешностей, соблюдал требования безопасности труда, допускал незначительные ошибки при ответе на дополнительные вопросы.
3	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, однако опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью, в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не принципиального для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения, соблюдал требования безопасности труда, допускал незначительные ошибки при ответе на дополнительные вопросы.
2	Студент выполнил работу не в полном объеме, не сумел выбрать для опыта необходимое оборудование, опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно, в отчете были допущены множественные ошибки, не выполнил анализ погрешностей, не соблюдал требования безопасности труда, допускал ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «практическое занятие»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений,

	владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлено (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Задание на курсовой проект

Студенты выполняют курсовой проект по тематике проектирования электрических сетей района.

В курсовой проекте производится выбор схемы сети напряжением 35-220 кВ, рассчитываются основные режимы, выбираются средства регулирования напряжения и определяются технико-экономические показатели сети.

Этапы выполнения курсового проекта

1 Выдача индивидуального задания на курсовой проект. Выбор конфигурации электрической сети.

2 Выбор номинального напряжения и компенсация реактивной мощности.

3 Выбор сечений проводов ЛЭП. Выбор количества и номинальной мощности трансформаторов и автотрансформаторов.

4 Схема электрических соединений подстанций.

5 Расчет параметров схемы замещения электрической сети.

Подготовка исходных данных для расчета режимов.

7 Расчет режимов электрической сети

8 Регулирование напряжения.

9 Оформление пояснительной записки и графической части.

Контрольные вопросы к курсовому проекту

1. Цели и задачи проекта.

2. По каким принципам осуществляется предварительный выбор вариантов конфигурации сети?

3. Какое напряжение называют номинальным напряжением Ряд номинальных напряжений.

4. Как выбирается номинальное напряжение сети

5. Требования, предъявляемые к электрическим сетям.

6. Как учитывается требуемый уровень надежности электроснабжения при выборе схемы электрической сети?

7. Категории потребителей по степени надежности электроснабжения.

8. Методика выбора сечения проводов ВЛ.
9. Понятие экономической плотности тока.
10. Какие факторы определяют максимальную допустимую температуру нагревания проводов и кабелей?
11. Как проверяют провода по допустимому нагреву электрическим током?
12. Для чего делается расщепление проводов фазы?
13. Поясните понятие расчетная нагрузка подстанции.
14. Схема замещения ВЛ (кабельных линий (КЛ)). Физический смысл составляющих схемы замещения.
15. Схема замещения двухобмоточного трансформатора – каким физическим явлениям соответствуют ее элементы?
16. Зарядная мощность ВЛ. Физический смысл, расчетное выражение.
17. Цель проведения опытов “холостого хода” и “короткого замыкания” трансформаторов. Как определить параметры схемы замещения трансформатора по его паспортным данным?
18. Методика выбора трансформаторов на подстанциях.
19. Условия параллельной работы трансформаторов.
20. Пояснить маркировку выбранных трансформаторов.
21. Какие цели преследуются при расчетах режимов сети?
22. Как производится расчет сети в “два этапа”?
23. Особенности расчета режима минимальных нагрузок и послеаварийного режима электрической сети.
24. Падение и потеря напряжения на участке сети.
25. Векторная диаграмма напряжений и токов участка электрической сети.
26. Определение потерь мощности в ЛЭП и трансформаторах.
27. Методы определения потерь электроэнергии.
28. Что произойдет, если в системе не будет обеспечен баланс активной мощности?
29. К каким последствиям может привести нарушение баланса реактивной мощности?
30. Какие источники реактивной мощности Вам известны?
31. Для чего применяют компенсирующие устройства?
32. Как определяется мощность компенсирующих устройств?
33. Из чего складываются ежегодные издержки на эксплуатацию сети?
34. Как определяют капиталовложения в сеть?
35. Назовите основные технико-экономические показатели сети, поясните их экономический смысл.
36. Способы и средства регулирования напряжения в электрических системах.
37. Как выбрать необходимое ответвление трансформатора?

38. Что понимают под транспозицией проводов и предусматривается ли она в проекте?

Вопросы к экзамену

1. Классификация схем электрических сетей.
2. Схемы замещения воздушных и кабельных ЛЭП.
3. Параметры воздушных и кабельных ЛЭП.
4. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов.
5. Расчет потерь мощности в линиях и трансформаторах.
6. Падение и потеря напряжения. Векторные диаграммы.
7. Расчет режимов электрических сетей.
8. Расчет разомкнутой сети.
9. Расчет замкнутой сети.
10. Расчет сети с разными номинальными напряжениями.
11. Определение напряжения на стороне низшего напряжения подстанции.
12. Определение наибольшей потери напряжения.
13. Расчет линии с равномерно распределенной нагрузкой.
14. Распределение потоков мощности в простых замкнутых сетях.
15. Баланс активной мощности и его связь с частотой.
16. Регулирование частоты в электроэнергетической системе.
17. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением.
18. Потребители реактивной мощности.
19. Выработка реактивной мощности на электростанциях.
20. Компенсация реактивной мощности.
21. Компенсирующие устройства.
22. Расстановка компенсирующих устройств.
23. Методы регулирования напряжения.
24. Встречное регулирование напряжения.
25. Регулирование напряжения на электростанциях.
26. Регулирование напряжения на понижающих подстанциях.
27. Регулирование напряжения изменением сопротивления сети.
28. Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности.
29. Определение допустимой потери напряжения в распределительных сетях.
30. Несимметрия в электрических сетях и мероприятия по ее снижению.
31. Несинусоидальность в электроэнергетических системах и мероприятия по борьбе с нею.
32. Техничко-экономические показатели.
33. Техничко-экономическое сравнение вариантов сети.
34. Определение сечения проводов и кабелей по экономической плотности тока.
35. Методы расчета потерь электроэнергии.

Критерии и шкала оценивания к промежуточной аттестации
«Экзамен»

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)