

Рабочая программа учебной дисциплины

Электроэнергетические системы и сети

(Наименование дисциплины)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль)

«Электроснабжение»

(Направление подготовки / Профиль)

Бакалавр

(Квалификация)

Кафедра разработчик

Естественных наук и профессиональных коммуникаций

Год набора

2027

Вид учебной деятельности	Трудоемкость (объем) дисциплины
	Очная форма
	д
Зачетные единицы	6
Общее количество часов	216
Аудиторные часы контактной работы обучающегося с преподавателями:	64
– Лекционные (Л)	32
– Практические (ПЗ)	32
– Лабораторные (ЛЗ)	
– Семинарские (СЗ)	
Самостоятельная работа обучающихся (СРО)	98
К (Р-Г) Р (П) (+;-)	
Тестирование (+;-)	
ДКР (+;-)	
Зачет (+;-)	+
Зачет с оценкой (+;- (Кол-во часов))	
Экзамен (+;- (Кол-во часов))	+ (54)

Волгоград 2026

Содержание

Раздел 1. Организационно-методический раздел	3
Раздел 2. Тематический план.....	5
Раздел 3. Содержание дисциплины.....	6
Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся	8
Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся.....	10
Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами).....	14
Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	16
Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии	17
Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	18

Раздел 1. Организационно-методический раздел

1.1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» входит в **обязательную часть дисциплин** подготовки обучающихся по направлению подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»**.

Целью дисциплины является формирование **компетенций** (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО)):

ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов электроэнергетики и электротехники

Дескрипторы универсальной компетенции:

ПК-1.1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений при проектировании объектов профессиональной деятельности;

ПК-1.2 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации

Перечисленные компетенции формируются в процессе достижения индикаторов компетенций:

Обобщенная трудовая функция/ трудовая функция	Код и наименование дескриптора компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенций (из ПС)
Профессиональный стандарт Специалист по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов и управлению режимами работы муниципальных электрических сетей № 329н от 25.04.2023	ПК-1.1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений при проектировании объектов профессиональной деятельности; ПК-1.2 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	Знает: ИД 1 ПК.1.1 Нормативные и эксплуатационные требования к объектам электроэнергетики и электротехники (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 2 ПК.1.2 Типовые решения по проектированию объектов электроэнергетики и электротехники в зависимости от эксплуатационных требований (без привязки к профессиональному стандарту). Умеет: ИД 3 ПК.1.1 Определить нормативные и эксплуатационные требования к объектам электроэнергетики и электротехники в рамках их проектирования (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 4 ПК.1.2 Осуществить выбор предпочтительного решения по проектированию объектов электроэнергетики и электротехники в зависимости от эксплуатационных и нормативных требований (без привязки к профессиональному стандарту). Имеет навыки: ИД 5 ПК.1.1 Формирования

		технического задания к проектированию объектов электроэнергетики и электротехники в зависимости от эксплуатационных и нормативных требований (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 6ПК.1.2 Контроля учета требований технического задания в рамках предпроектной проработки и проектирования объектов электроэнергетики и электротехники (без привязки к профессиональному стандарту).
--	--	--

**1.2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО
направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность
(профиль) «Электроснабжение»**

№	Предшествующие дисциплины (дисциплины, изучаемые параллельно)	Последующие дисциплины
1	2	3
1.	Электрические машины	Эксплуатация систем электроснабжения
2.	Теоретические основы электротехники	Эксплуатация передвижных электроустановок
3.	Электрические и электронные аппараты	

1.3. Нормативная документация

Рабочая программа учебной дисциплины составлена на основе:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»**;
- Учебного плана направления подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»** 2027 года набора;
- Образца рабочей программы учебной дисциплины (приказ № 113-О от 01.09.2021 г.).

**Раздел 2. Тематический план
Очная форма обучения (полный срок)**

№	Тема дисциплины	Трудоемкость				
		Все го	Аудиторные занятия		СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
			Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1. Введение. Структура и основные компоненты электроэнергетической системы.	20	4	4	12	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
2	Тема 2. Схемы электрических сетей и подстанций.	20	4	4	12	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
3	Тема 3. Параметры и схемы замещения элементов электрических сетей.	20	4	4	12	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
4	Тема 4. Расчет установившихся режимов электрических сетей.	20	4	4	12	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
5	Тема 5. Регулирование напряжения и компенсация реактивной мощности.	20	4	4	12	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
6	Тема 6. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах.	20	4	4	12	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
7	Тема 7. Проектирование и выбор основных параметров электрических сетей.	20	4	4	12	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
8	Тема 8. Устойчивость электроэнергетических систем.	22	4	4	14	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
Вид промежуточной аттестации(Зачет)						
Вид промежуточной аттестации(Экзамен)		54				
Итого		216	32	32	98	

Раздел 3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Структура и основные компоненты электроэнергетической системы.

Дисциплина начинается с определения электроэнергетической системы (ЭЭС) как совокупности электростанций, электрических сетей и потребителей, связанных общим режимом и единым процессом производства, передачи и распределения электроэнергии. Рассматриваются основные элементы: генераторы, трансформаторы, линии электропередачи (ЛЭП), нагрузки. Вводится понятие номинального напряжения, классификация сетей по назначению (генерирующие, системообразующие, распределительные) и по величине напряжения.

Тема 2. Схемы электрических сетей и подстанций. В этой теме изучаются принципы построения схем распределительных устройств (РУ) на электростанциях и подстанциях. Анализируются различные варианты главных схем соединений: одна или две системы шин, схемы с обходной системой шин, схемы многоугольников. Рассматриваются критерии выбора схем, включая надежность, экономичность и удобство эксплуатации. Также изучаются типовые схемы электрических соединений для сетей различных классов напряжения.

Тема 3. Параметры и схемы замещения элементов электрических сетей. Для анализа и расчета режимов сети необходимо представить ее в виде схемы замещения. Тема посвящена изучению параметров основных элементов: активных и индуктивных сопротивлений и проводимостей линий электропередачи (ЛЭП), сопротивлений трансформаторов. Рассматриваются схемы замещения ЛЭП (П-образная) и трансформаторов, а также влияние конструкции фазы (расщепление проводов) на параметры линии.

Тема 4. Расчет установившихся режимов электрических сетей. Это центральная тема курса, посвященная методам анализа работы сети в нормальных условиях. Изучаются методы расчета сложных замкнутых и разомкнутых сетей: метод узловых напряжений (встречается чаще всего) и метод контурных токов. Рассматриваются задачи расчета потокораспределения мощностей, потерь мощности и падения напряжения в сети для заданной нагрузки.

Тема 5. Регулирование напряжения и компенсация реактивной мощности. Качество электроэнергии у потребителя во многом определяется уровнем напряжения. В этой теме изучаются причины отклонения напряжения от номинального значения и методы его регулирования. Подробно рассматриваются средства компенсации реактивной мощности: батареи статических конденсаторов (БСК), синхронные компенсаторы, статические тиристорные компенсаторы (СТК), а также регулирование напряжения с помощью изменения коэффициента трансформации на подстанциях (РПН).

Тема 6. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах. Помимо установившихся режимов, ЭЭС постоянно подвергается различным возмущениям (короткие замыкания, включение/отключение линий). Тема посвящена анализу электромагнитных переходных процессов. Изучаются виды коротких замыканий, методы их расчета (метод относительных единиц), а также принципы работы и расчет уставок релейной защиты и автоматики (РЗА), обеспечивающей селективное отключение поврежденных элементов.

Тема 7. Проектирование и выбор основных параметров электрических сетей. Тема носит инженерный характер и посвящена выбору оптимальных параметров при проектировании новых или реконструкции существующих сетей. Рассматриваются вопросы выбора номинального напряжения сети, сечения проводов ЛЭП по экономическим критериям (метод экономических интервалов или минимум приведенных затрат), а также выбор мощности и числа трансформаторов на понижающих подстанциях.

Тема 8. Устойчивость электроэнергетических систем. Завершающая тема посвящена одному из самых сложных понятий — устойчивости ЭЭС. Изучается статическая устойчивость (способность системы возвращаться к исходному режиму при малых возмущениях) и динамическая устойчивость (способность сохранять синхронную работу при больших возмущениях, например, КЗ). Анализируются критерии устойчивости, методы ее повышения (сильный автоматический регулятор возбуждения — АРВ) и влияние на нее различных факторов.

3.2. Содержание практического блока дисциплины

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема практического (семинарского, лабораторного) занятия
1	2
ПЗ 1	Тема 1. Введение. Структура и основные компоненты электроэнергетической системы.
ПЗ 2	Тема 2. Схемы электрических сетей и подстанций.
ПЗ 3, 4	Тема 3. Параметры и схемы замещения элементов электрических сетей.
ПЗ 5	Тема 4. Расчет установившихся режимов электрических сетей.
ПЗ 6, 7	Тема 5. Регулирование напряжения и компенсация реактивной мощности.
ПЗ 8	Тема 6. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах.

3.3. Образовательные технологии

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема занятия	Вид учебного занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	% учебного времени
1	2	3	4	5
1	Тема 1. Введение. Структура и основные компоненты электроэнергетической системы.	ПЗ	Метод кейсов	75
2	Тема 2. Схемы электрических сетей и подстанций.	Л	Лекция-ситуация	25
3	Тема 3. Параметры и схемы замещения элементов электрических сетей.	ПЗ	Метод кейсов	75
4	Тема 4. Расчет установившихся режимов электрических сетей.	ПЗ	Мозговой штурм	25
5	Тема 5. Регулирование напряжения и компенсация реактивной мощности.	Л	Мозговой штурм	50
6	Тема 6. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах.	ПЗ	Метод кейсов	75
7	Тема 7. Проектирование и выбор основных параметров электрических сетей.	ПЗ	Метод кейсов	75
8	Тема 8. Устойчивость электроэнергетических систем.	ПЗ	Деловая игра	75
Итого				29,68%

Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся

4.1. Организация самостоятельной работы обучающихся

№	Тема дисциплины	№ вопросов	№ рекомендуемой литературы
1	2	3	4
1	Тема 1. Введение. Структура и основные компоненты электроэнергетической системы.	1, 2	1, 3, 5
2	Тема 2. Схемы электрических сетей и подстанций.	3, 4, 5, 6	1, 3, 5
3	Тема 3. Параметры и схемы замещения элементов электрических сетей.	7, 8, 9	3, 4, 5
4	Тема 4. Расчет установившихся режимов электрических сетей.	10, 11, 12, 13	2, 3, 4, 5
5	Тема 5. Регулирование напряжения и компенсация реактивной мощности.	14, 15, 16	3, 4, 5
6	Тема 6. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах.	17, 18	2, 3, 5
7	Тема 7. Проектирование и выбор основных параметров электрических сетей.	19-25	1, 3, 5
8	Тема 8. Устойчивость электроэнергетических систем.	26, 27, 28	2, 3, 5, 6

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу обучающихся

1. Дать определение ВЛ.
2. Назвать основные геометрические характеристики ВЛ.
3. На какие напряжения выполняются ВЛ?
4. Из каких элементов состоит ВЛ?
5. Назвать конструкции проводов ВЛ.
6. Назвать стандартные сечения проводов ВЛ.
7. Какое назначение имеет грозозащитный трос? Назвать материал и сечения тросов.
8. Пояснить буквенно-цифровое обозначение провода.
9. Какую конструкцию имеют СИП?
10. Какая изоляция применяется в СИП?
11. Каковы основные преимущества и недостатки СИП?
12. Пояснить назначение опор ВЛ. Назвать основные материалы, используемые для опор.
13. Перечислить достоинства и недостатки опор из различных материалов.
14. Пояснить буквенно-цифровое обозначение опоры ВЛ.
15. Классифицировать опоры по конструктивному исполнению.
16. Назвать опоры специальной конструкции
17. Пояснить конструкцию кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена.
18. Назвать достоинства кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена?
19. Как прокладываются кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена?
20. Каковы причины создания маслонаполненных кабелей?
21. Какую конструкцию имеют кабели напряжением 110 кВ и выше?
22. При каких давлениях работают маслонаполненные кабели?
23. В чем заключаются отличия конструкций маслонаполненных кабелей высокого и низкого давлений?
24. Охарактеризовать основные способы прокладки КЛ.
25. Какие меры пожарной безопасности применяются при прокладке кабелей в галереях, тоннелях и по эстакадам.
26. Что такое кабельная арматура?
27. Как осуществляется соединение кабелей?

11. Как осуществляется разделка кабеля?
12. Назвать основные типы кабельных муфт.
13. Как осуществляется оконцевание кабелей?
14. В чем заключаются особенности термоусаживаемых муфт?
15. В чем отличие концевой муфты от концевой заделки?
16. Пояснить буквенно-цифровое обозначение кабеля

4.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Указаниями в рабочей программе по дисциплине (п.4.1.)
2. Лекционные материалы в составе УМК по дисциплине
3. Заданиями и методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы обучающихся в составе УМК по дисциплине.
4. Глоссарием по дисциплине в составе УМК по дисциплине.

Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств по дисциплине представляет собой совокупность контролирующих материалов, предназначенных для измерения уровня достижения обучающимися установленных результатов образовательной программы. ФОС по дисциплине используется при проведении оперативного контроля и промежуточной аттестации обучающихся. Требования к структуре и содержанию ФОС дисциплины регламентируются Положением о фонде оценочных материалов по программам высшего образования – программам бакалавриата, магистратуры.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств Очная форма обучения (полный срок)

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Оценочные средства			
		Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)	СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
1	2	3	4	5	6
1	Тема 1. Введение. Структура и основные компоненты электроэнергетической системы.	УО		ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
2	Тема 2. Схемы электрических сетей и подстанций.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
3	Тема 3. Параметры и схемы замещения элементов электрических сетей.	ЛС	МШ	ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
4	Тема 4. Расчет установившихся режимов электрических сетей.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
5	Тема 5. Регулирование напряжения и компенсация реактивной мощности.	УО	МШ	ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
6	Тема 6. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах.	УО		ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
7	Тема 7. Проектирование и выбор основных параметров электрических сетей.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2

8	Тема 8. Устойчивость электроэнергетических систем.	УО	ДИ	ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
---	--	----	----	-----	--

Условные обозначения оценочных средств (Столбцы 3, 4, 5):

УО – устный (фронтальный, индивидуальный, комбинированный) опрос;

ПРВ – проверка рефератов, отчетов, рецензий, аннотаций, конспектов, графического материала, эссе, переводов, решений заданий, выполненных заданий в электронном виде и т.д.;

МШ – Метод мозгового штурма;

КМ – Кейс-метод;

ДИ – Деловая игра;

ЛС – Лекция-ситуация.

5.2. Оценочные средства текущего контроля

Перечень практических (семинарских) заданий

1. **Расчет параметров схемы замещения ЛЭП.**
 - **Задание:** Для воздушной линии электропередачи 110 кВ длиной 50 км, выполненной проводом АС-150, рассчитать погонные и полные параметры П-образной схемы замещения: активное сопротивление (R), индуктивное сопротивление (X), активную проводимость на корону (G) и емкостную проводимость (B).
2. **Расчет потокораспределения в разомкнутой сети.**
 - **Задание:** Для радиальной сети, состоящей из двух участков ЛЭП с известными параметрами, и нагрузки в конце сети, рассчитать потокораспределение активной и реактивной мощности, а также потери напряжения в процентах от номинального.
3. **Расчет установившегося режима замкнутой сети методом узловых напряжений.**
 - **Задание:** Для кольцевой сети с двумя источниками питания и несколькими нагрузками составить систему уравнений по методу узловых напряжений и определить напряжения в узлах и мощности, протекающие по ветвям.
4. **Выбор сечений проводов по экономическим критериям.**
 - **Задание:** Для проектируемой линии электропередачи заданной длины выбрать экономически целесообразное сечение провода по методу экономических интервалов или по приведенным затратам, учитывая стоимость потерь электроэнергии и капитальные вложения.
5. **Расчет падения и потери напряжения в линии.**
 - **Задание:** Для заданной нагрузки в конце линии 10 кВ рассчитать падение напряжения (ΔU) и потерю напряжения (δU) в именованных и относительных единицах. Оценить, соответствует ли конечное напряжение у потребителя нормам ГОСТ.
6. **Расчет тока короткого замыкания (КЗ) в точке сети.**
 - **Задание:** Для заданной схемы сети составить схему замещения для расчета трехфазного КЗ. Определить результирующее сопротивление до точки КЗ и рассчитать действующее значение периодической составляющей тока КЗ.
7. **Выбор мощности трансформатора на подстанции.**
 - **Задание:** На основе графика нагрузки потребителя (суточного или годового) выбрать номинальную мощность трансформатора для потребительской подстанции с учетом допустимой систематической перегрузки.
8. **Расчет компенсации реактивной мощности.**
 - **Задание:** Для предприятия с низким коэффициентом мощности ($\cos \varphi$) определить необходимую мощность батареи статических конденсаторов (БСК) для его повышения до нормативного значения (например, 0.95). Рассчитать экономический эффект от снижения потерь в сети.
9. **Анализ режима максимальных нагрузок.**

- **Задание:** Для заданной схемы сети в режиме максимальных нагрузок построить потокораспределение, определить наиболее загруженные элементы и оценить запас пропускной способности сети.
- 10. **Расчет режима минимальных нагрузок.**
 - **Задание:** Проанализировать ту же сеть, что и в задании 9, но в режиме минимальных нагрузок. Сравнить уровни напряжений в узлах и потоки мощности с результатами из задания 9.
- 11. **Выбор оборудования на подстанции.**
 - **Задание:** Для выбранной мощности трансформатора подобрать по справочнику высоковольтный выключатель, разъединители и измерительные трансформаторы тока и напряжения на стороне 10 кВ.
- 12. **Расчет статической устойчивости электропередачи.**
 - **Задание:** Для простейшей электропередачи "генератор – линия – шины бесконечной мощности" определить предельную мощность ($P_{пр}$) и коэффициент запаса статической устойчивости по активной мощности.
- 13. **Разработка схемы распределительного устройства (РУ).**
 - **Задание:** Начертить главную схему электрических соединений РУ 110 кВ понижающей подстанции с одним выключателем на присоединение и обходной системой шин.
- 14. **Расчет потерь электроэнергии в сети.**
 - **Задание:** Используя данные о потоках мощности за расчетный период (год), рассчитать суммарные технические потери электроэнергии в сети в кВт·ч и в процентах от общего отпуска в сеть.
- 15. **Анализ влияния установки УПК на пропускную способность.**
 - **Задание:** Проанализировать, как изменится пропускная способность дальней линии электропередачи при установке устройства продольной компенсации (УПК). Рассчитать новую идеальную мощность электропередачи.

5.3. Тематика письменных работ обучающихся

Рефераты по выбранным темам выполняются в письменной форме обучающимися всех форм обучения. Учебно-методические материалы, необходимые для выполнения работ, а также примерная тематика рефератов содержатся в УМК по дисциплине.

1. История развития и современное состояние Единой энергетической системы (ЕЭС) России.
2. Сверхпроводящие кабели: принцип действия, преимущества и проблемы внедрения в электрические сети.
3. Влияние распределенной генерации (на базе ВИЭ и малых ТЭЦ) на архитектуру и режимы работы распределительных сетей.
4. Технологии FACTS (Flexible AC Transmission Systems) для управления режимами работы электропередач переменного тока.
5. Проектирование и выбор оптимального номинального напряжения для линий электропередачи различного назначения.
6. Методы и средства повышения пропускной способности существующих линий электропередачи.
7. Цифровая подстанция: концепция, стандарты МЭК 61850 и преимущества перед традиционными подстанциями.
8. Анализ методов компенсации реактивной мощности в сетях среднего и низкого напряжения.
9. Проблема "последней мили": особенности проектирования и эксплуатации распределительных сетей 0.4–10 кВ.
10. Влияние электромобилей на электрические сети: вызовы и возможности.
11. Сравнительный анализ кольцевых и радиальных схем электроснабжения городов.
12. Методы расчета потерь электроэнергии в электрических сетях: от детерминированных до вероятностно-статистических.
13. Роль трансформаторных подстанций в структуре электроэнергетической системы и современные тенденции их развития.

14. Концепция Smart Grid ("Умные сети") как основа для построения интеллектуальной энергосистемы будущего.

15. Анализ крупных системных аварий в мировой энергетике: причины, развитие и уроки для предотвращения.

5.4. Перечень вопросов промежуточной аттестации по дисциплине

Список вопросов для зачета

1. Что такое электрическая сеть?
2. Назовите четыре основных параметра П-образной схемы замещения линии.
3. Какая физическая величина определяет активное сопротивление проводника?
4. Чем обусловлено реактивное (индуктивное) сопротивление ЛЭП?
5. Что характеризует активная проводимость в схеме замещения линии?
6. Что такое зарядная мощность линии и от чего она зависит?
7. Какой диапазон напряжений относится к распределительным сетям?
8. В чем главное преимущество кольцевой сети перед радиальной?
9. Что такое номинальный ток аппарата или линии?
10. Какие потери в трансформаторе называют постоянными (потерями холостого хода)?
11. Какие потери в сети называют нагрузочными?
12. Что такое критическая напряженность электрического поля (в контексте короны)?
13. Для чего применяется расщепление фаз на линиях сверхвысокого напряжения?
14. Назовите основную функцию подстанции.
15. Что такое баланс активной мощности в системе?
16. Дайте определение отклонения напряжения.

Список вопросов для экзамена

1. Исторический обзор развития электрических сетей в России, современное состояние и перспективы дальнейшего развития.
2. Преимущества объединенных электроэнергетических систем.
3. Классификация электрических сетей.
4. Номинальные напряжения электрических сетей.
5. Требования, предъявляемые к электрическим сетям при их проектировании, сооружении и эксплуатации.
6. Режимы работы электрических сетей. Задачи, решаемые при расчетах режимов электрических сетей.
7. Основные элементы электроэнергетических систем: генераторы, линии электропередачи, трансформаторы и автотрансформаторы, узлы комплексных нагрузок.
8. Основные сведения о конструкции воздушных линий.
9. Конструктивные элементы воздушных линий: провода и тросы, изоляторы, линейная арматура, опоры и основания.
10. Основные сведения о конструкциях кабельных электрических линий. Конструкции силовых кабелей.
11. Полные и упрощенные схемы замещения электрических линий и их параметры.
12. Активные и индуктивные сопротивления и проводимости. Зарядные мощности линий.
13. Используемые сечения проводов.
14. Транспозиция фаз. Расщепление проводов фаз линий.
15. Полные и упрощенные схемы замещения трансформаторов (автотрансформаторов) и их параметры.
16. Активные и индуктивные сопротивления и проводимости трансформаторов (автотрансформаторов).
17. Понятие комплексной нагрузки. Характеристики графиков нагрузки.
18. Статические характеристики нагрузок потребителей. Задание нагрузок при расчетах режимов электрических сетей.
19. Построение схемы замещения электрической сети.
20. Подготовка схемы замещения электрической сети к расчету режима. Расчетные схемы электрических сетей.

21. Расчет электрических линий 110-220 кВ с использованием векторных диаграмм напряжений и токов и П-образной схемы замещения в случае, когда нагрузка задана током.
22. Анализ различных режимов работы электрической линии
23. Влияние емкостных токов на режимные параметры.
24. Аналитическая зависимость между напряжениями начала и конца линии.
25. Понятие потери и падения напряжения.
26. Допущения, используемые при расчете сетей 110 кВ.
27. Расчет электрических линий 110-220 кВ с использованием П-образной схемы замещения в случае, когда нагрузка задана мощностью.
28. Четыре возможных случая постановки задачи расчета режима (по данным начала, по данным конца передачи, итерационным методом «в 2 этапа»).
29. Допущения, используемые при расчете сетей 110 кВ.
30. Расчет магистральных и разветвленных сетей.
31. Метод систематизированного подбора.
32. Расчет режимов замкнутых сетей.
33. Понятие точки потокораздела.
34. Особенности послеаварийных режимов.
35. Краткие сведения об электрическом расчете сложных замкнутых электрических сетей.
36. Баланс активной мощности в электроэнергетической системе и его связь с частотой.
37. Баланс реактивной мощности в электроэнергетической системе и его связь с напряжением.
38. Потребители реактивной мощности. Источники реактивной мощности в электроэнергетических системах, их технические и экономические
39. Регулирующие устройства в электрических сетях.
40. Основные сведения о характере потерь мощности и электроэнергии в различных элементах электрических сетей. Виды потерь мощности.
41. Определение потерь мощности и электроэнергии в электрических линиях и трансформаторах (автотрансформаторах) с помощью графиков нагрузки и с использованием времени максимальных потерь.
42. Мероприятия по снижению потерь мощности и электроэнергии.

Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами)

Прочитайте вопрос и выберите один правильный ответ.

Вопрос 1.1 Как называется электрическая сеть, все элементы которой находятся на одной и той же ступени напряжения? а) Сложная сеть; б) **Разомкнутая сеть**; в) Кольцевая сеть; г) Радиальная сеть.

Правильный ответ: б)

Вопрос 1.2 Какое из перечисленных устройств предназначено для изменения уровня напряжения в электроэнергетической системе? а) Реактор; б) Трансформатор тока; в) **Силовой трансформатор**; г) Разрядник.

Правильный ответ: в)

Вопрос 1.3 Как называется режим, при котором параметры режима (напряжение, мощность) изменяются во времени, но настолько медленно, что можно пренебречь электромагнитной инерцией? а) Переходный процесс; б) **Установившийся режим**; в) Аварийный режим; г) Нормальный режим.

Правильный ответ: б)

Вопрос 1.4 Какое явление является основной причиной возникновения зарядного тока в линии электропередачи? а) Активное сопротивление провода; б) **Емкость линии относительно земли**; в) Индуктивность линии; г) Коронный разряд.

Правильный ответ: б)

Вопрос 1.5 Как называется точка сети, в которой сходятся три или более ветви? а) Ветвь; б) **Узел**; в) Контур; г) Петля.

Правильный ответ: б)

Прочитайте вопрос и выберите два правильных ответа.

Вопрос 2.1 Выберите два основных преимущества замкнутых (кольцевых) сетей по сравнению с радиальными. а) Более низкая стоимость строительства; б) **Более высокая надежность электроснабжения**; в) **Возможность передачи мощности к узлу нагрузки по двум и более путям**; г) Более простая релейная защита.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.2 Выберите два основных типа потерь мощности в линиях электропередачи. а) Потери на излучение; б) **Потери на корону**; в) **Потери на нагрев проводов (нагрузочные потери)**; г) Потери на трение в изоляции.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.3 Выберите два основных параметра П-образной схемы замещения линии электропередачи. а) Активная мощность нагрузки; б) **Активное сопротивление (R)**; в) **Индуктивное сопротивление (X)**; г) Коэффициент мощности.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.4 Выберите два основных способа регулирования напряжения у потребителя в распределительных сетях. а) Изменение частоты переменного тока; б) **Изменение коэффициента трансформации на подстанции (РПН)**; в) **Компенсация реактивной мощности (установка БСК/СК)**; г) Изменение сечения проводов ЛЭП.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.5 Выберите два основных элемента, из которых состоит главная схема электрических соединений подстанции. а) Генератор; б) **Силовой трансформатор**; в) **Коммутационный аппарат (выключатель, разъединитель)**; г) Потребитель.

Правильный ответ: б), в)

Установите соответствие между элементом схемы замещения ЛЭП и его физическим смыслом.

А) Активное сопротивление (R)	1) Учитывает потери активной мощности на корону и утечки по изоляции.
Б) Индуктивное сопротивление (X)	2) Обусловлено магнитным полем вокруг и внутри проводов при протекании тока.
В) Активная проводимость (G)	3) Обусловлено превращением электрической энергии в тепло (джоулево тепло).
Г) Емкостная проводимость (B)	4) Обусловлено электрическим полем между проводами и землей.

Правильный ответ: А – 3, Б – 2, В – 1, Г – 4

4) На установление последовательности (1 вопрос)

Укажите правильную последовательность действий при расчете установившегося режима методом узловых напряжений. 1\$ Запись уравнений баланса мощностей для каждого независимого узла. 2\$ Решение системы уравнений относительно узловых напряжений. 3\$ Выбор базисного узла и присвоение ему известного напряжения. 4\$ Определение проводимостей ветвей и расчет собственных и взаимных проводимостей узлов.

Правильный ответ: 3-4-1-2

Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1. Основная литература

1. Рогов, И. Е. Электрические и электронные управляющие системы и комплексы: учебное пособие / И. Е. Рогов. — Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2023. — 186 с. — ISBN 978-5-7890-2093-7. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/130468.html>

7.2. Дополнительная литература

2. Современные электроэнергетические и электромеханические системы компрессорных станций газопроводов: монография / О. В. Крюков, В. Н. Мещеряков, М. Н. Сычев [и др.]; под редакцией О. В. Крюкова, В. Н. Мещерякова. — Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. — 200 с. — ISBN 978-5-9729-0983-4. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/123848.html>

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система -Цифровой образовательный ресурс IPR SMART – электронная библиотека по всем отраслям знаний [Электронный ресурс]. – URL:
2. <http://www.iprbookshop.ru>
3. Справочник математических формул <http://www.pm298.ru/>
4. Каталог ГОСТов - <https://snip.ruscable.ru/>
5. <http://www.consultant.ru/>— Консультант Плюс
6. <http://www.garant.ru/>— Гарант
7. Программное обеспечение для организации конференции.

Раздел 8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

8.1. Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся всех направлений подготовки).

Оборудование:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Пробковая доска
- Моноблок для преподавателя с выходом в интернет
- ЖК панель
- Компьютеры для обучающихся с выходом в интернет
- Виртуальный лабораторный стенд «Электрические цепи» на 20 рабочих мест;
- Виртуальный лабораторный стенд «Электротехника и основы электроники» ТС-ЭТиОЭ2-ЛС на 16 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Автоматика на основе программируемого реле» на 20 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Автоматика на основе программируемого контроллера» на 20 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Цифровая и микропроцессорная техника» на 20 рабочих мест
- Набор учебно-методических материалов к разделу «Электротехника и электроника» (плакаты, презентации).

8.2. Помещение для самостоятельной работы обучающихся (помещение общего пользования с подключением к системам телекоммуникации и с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (доступ в сеть Интернет, Wi-Fi, глобальные поисковые системы, электронная почта и т.д.)

Специализированная мебель и технические средства обучения:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Компьютеры для преподавателя с выходом в интернет
- Компьютеры для обучающихся выходом в интернет
- ПО: MS Office, Яндекс браузер
- Цифровой образовательный ресурс IPR SMART
- доступ в ЭИОС.

Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» можно построить в соответствии со списком вопросов для подготовки к экзамену. Для эффективного изучения курса Безопасности жизнедеятельности рекомендуется следующий порядок:

Сначала изучаются теоретические вопросы по соответствующей теме с проработкой как конспектов лекций, так и учебников. **Лекции** дают систематизированные основы научных знаний по соответствующей теме, концентрируют внимание на наиболее сложных узловых вопросах. Особое внимание следует обратить на **понимание смысла** основных понятий, определений. Затем нужно самостоятельно **подробно разобрать типовые примеры**, выясняя в деталях **практическое значение выученного теоретического материала**.

Добросовестное изучение всего материала, заключённого в лекциях, практических занятиях и домашних заданиях, гарантирует каждому обучающемуся успешные результаты на экзаменах. Для подготовки к экзамену необходимо, прежде всего, по лекциям и учебникам повторить и систематизировать весь теоретический материал, изученный в семестре.

При ответе на теоретические вопросы на экзамене следует привести необходимые определения, формулировку и примеры. Решение задач (если они есть в билете) следует излагать подробно и аккуратно, объясняя и мотивируя все действия по ходу решения.

Во время экзамена требуется иметь калькулятор для выполнения расчетных заданий.

Не забудьте обратить внимание на применение рассматриваемых вопросов и задач в будущей профессиональной деятельности. Понимание необходимости и возможности такого применения оценивается на экзамене очень высоко.

Учебно-методическое издание

Рабочая программа учебной дисциплины

Электроэнергетические системы и сети

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным
планом)*

Беликова Екатерина Владимировна

(Фамилия, Имя, Отчество составителя)