

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце: **БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**
ФИО: Косенок Сергей Михайлович **ХАНТЫ-МАНСКИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА-ЮГРЫ**
Должность: ректор **"Сургутский государственный университет"**
Дата подписания: 19.06.2026 08:07:48
Уникальный программный ключ:
e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методической работе
Е.В. Коновалова
11 июня 2026 г., протокол УМС № 5

Электроэнергетика

рабочая программа дисциплины (модуля)

Программа кандидатского экзамена

Закреплена за кафедрой радиоэлектроники и электроэнергетики

Шифр и наименование научной специальности 2.4.3. Электроэнергетика

Форма обучения **очная**

Часов по учебному плану	504	Виды контроля:
в том числе:		Зачет: 1,2,3
аудиторные занятия	112	Экзамен: 4
самостоятельная работа	356	
часов на контроль	36	

Распределение часов дисциплины

Год обучения	1	2	3	4
Вид занятий				
Лекции	8	16	16	16
Практические	8	16	16	16
Итого ауд.	16	32	32	32
Сам. работа	56	112	112	76
Часы на контроль	-	-	-	36
Итого	72	144	144	108

Программу составил (и):

д-р техн. наук, профессор Иванова Е.В.

д-р техн. наук, профессор Сальников В.Г.

Рабочая программа дисциплины

Электроэнергетика

разработана в соответствии с ФГТ:

Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. №951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)".

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Радиоэлектроники и электроэнергетики

Протокол от 23.04.2026 г. № 3

Заведующий кафедрой канд. физ.-мат. наук, доцент Рыжаков В.В.

Председатель УМС политехнического института

Ст. преп. Паук Е.Н.

Протокол от 30.04.2026 г. № 05/26

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Целью изучения дисциплины «Электроэнергетика» является формирование у аспирантов устойчивых знаний, умений и навыков в области изучения вопросов планирования развития, проектирования и эксплуатации электрических станций, электроэнергетических систем, электрических сетей, систем электроснабжения, релейной защиты и противоаварийной автоматики. Дисциплина направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по научной специальности 2.4.3. Электроэнергетика.
-----	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Для успешного освоения дисциплины аспирант должен иметь глубокие фундаментальные знания и умения в области изучения вопросов планирования развития, проектирования и эксплуатации электрических станций, электроэнергетических систем, электрических сетей, систем электроснабжения, релейной защиты и противоаварийной автоматики.
2.1.2	Предшествующими для изучения дисциплины являются:
2.1.3	результаты освоения дисциплин, направленных на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов, «История и философия науки», «Иностранный язык»;
	результаты научной (научно-исследовательской) деятельности аспирантов, направленной на подготовку диссертации к защите;
	результаты научной (научно-исследовательской) деятельности аспирантов, направленной на подготовку публикаций;
	результаты прохождения научно-исследовательской практики.
2.2	Последующими к изучению дисциплины являются знания, умения и навыки, используемые аспирантами:
2.2.1	в научной (научно-исследовательской) деятельности аспирантов, направленной на подготовку диссертации к защите;
	в научной (научно-исследовательской) деятельности аспирантов, направленной на подготовку публикаций;
	при прохождении итоговой аттестации.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Структуру, параметры и схемы электрических станций и электроэнергетических систем.
3.1.2	Режимы работы основного оборудования электрических станций и электроэнергетических систем.
3.1.3	Методы регулирования параметров установившихся и переходных режимов электрических станций и электроэнергетических систем.
3.1.4	Методы оптимизации режимов электрических станций и электроэнергетических систем.
3.1.5	Методы математического моделирования процессов в электрической части электрических станций и электроэнергетических систем.
3.1.6	Назначение и принципы функционирования устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики электрических станций и электроэнергетических систем.
3.2	Уметь:
3.2.1	Решать задачи проектирования электрических станций и электроэнергетических систем.
3.2.2	Разрабатывать математические модели процессов в электрической части электрических станций и электроэнергетических систем.
3.2.3	Моделировать переходные процессы в электрической части электрических станций и электроэнергетических систем.
3.2.4	Анализировать влияние переходных процессов на работу электрооборудования электрических станций и электроэнергетических систем.
3.2.5	Выбирать технические средства обеспечения нормального функционирования электрических станций и электроэнергетических систем.
3.2.6	Определять необходимый состав устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики для обеспечения нормального функционирования электрических станций и электроэнергетических систем.
3.3	Владеть:
3.3.1	Методами регулирования параметров установившихся и переходных режимов электрических станций и электроэнергетических систем.
3.3.2	Современными методами математического моделирования процессов в электрической части электрических станций и электроэнергетических систем.
3.3.3	Методами выбора технических средств обеспечения нормального функционирования электрических станций и электроэнергетических систем.
3.3.4	Методами выбора устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Курс	Часов	Литература	Примечание
	Раздел 1. Электроэнергетические системы и сети				
1.1	Электроэнергетические системы и сети. /Лек/	1	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
1.2	Моделирование протяженных линий. /Ср/	1	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
1.3	Моделирование параметров установившегося режима участка электрической сети. /Ср/	1	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
1.4	Моделирование симметричного установившегося режима работы замкнутой сети с двумя источниками питания. /Ср/	1	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
1.5	Анализ эксплуатационных режимов разомкнутой электрической сети. /Пр/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
1.6	Методы оптимизации развития и функционирования энергосистем: линейное и нелинейное математическое программирование. /Ср/	1	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
1.7	Способы уменьшения потерь электрической энергии в линиях. /Ср/	1	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
1.8	Исследование потерь электроэнергии в электрических сетях системы электроснабжения. /Пр/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
1.9	Способы уменьшения потерь электрической энергии в линиях. /Ср/	1	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
1.10	Выбор конфигурации и номинального напряжения ЭЭС. /Ср/	1	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
1.11	Составление вариантов схемы электрической сети и выбор наиболее рациональных решений. /Пр/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
1.12	Технико-экономические расчеты электрических систем и сетей. /Ср/	1	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
1.13	Проектирование электрических сетей, выбор основных параметров электрических сетей при проектировании. /Ср/	1	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
1.14	Выбор рациональных средств повышения экономичности режимов работы ЭЭС и обеспечение качества электроэнергии. /Пр/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
1.15	/Контрольная работа/	1	0	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	Задание для контрольной работы
1.16	/Зачёт/	1	0	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	Задание на зачете

	Раздел 2. Электрические станции и подстанции				
2.1	Электрические станции и подстанции. /Лек/	2	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
2.2	Синхронные генераторы и компенсаторы. /Ср/	2	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
2.3	Силовые трансформаторы и автотрансформаторы. /Ср/	2	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
2.4	Способы сушки силовых трансформаторов. /Пр/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
2.5	Динамическое и термическое действие токов короткого замыкания. /Ср/	2	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
2.6	Определение токов и мощностей КЗ, выбор и проверка шин и изоляторов. /Ср/	2	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
2.7	Определение токов и мощностей КЗ, выбор и проверка шин и изоляторов. /Пр/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
2.8	Электрооборудование распределительных устройств электростанций и подстанций. /Ср/	2	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
2.9	Выбор оборудования РУ высшего, среднего и низшего напряжения подстанции. /Ср/	2	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
2.10	Выбор оборудования РУ высшего, среднего и низшего напряжения подстанции. /Пр/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
2.11	Главные схемы распределительных устройств электростанций и подстанций. /Ср/	2	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
2.12	Диагностика электрооборудования распределительных устройств. /Пр/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
2.13	Проектирование электрических станций. /Ср/	2	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
2.14	/Контрольная работа/	2	0	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	Задание для контрольной работы
2.15	/Зачёт/	2	0	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	Задание на зачете
	Раздел 3. Электроснабжение				
3.1	Электроснабжение. /Лек/	2	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
3.2	Электроснабжение городов. /Ср/	2	14	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
3.3	Электроснабжение промышленных предприятий. /Ср/	2	14	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
3.4	Проектирование систем электроснабжения городов промышленных предприятий. /Ср/	2	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	

3.5	Обоснование необходимости глубоких вводов в городах и на промышленных предприятиях. /Ср/	2	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
3.6	Проектирование системы электроснабжения промышленного объекта. /Пр/	2	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
3.7	Качество электроэнергии в системах электроснабжения. /Ср/	2	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
3.8	Энергосбережение в системах электроснабжения промышленных объектов. /Ср/	2	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
3.9	Задачи энергосбережения в системах электроснабжения промышленных объектов. /Пр/	2	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
3.10	/Контрольная работа/	2	0	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	Задание для контрольной работы
3.11	/Зачёт/	2	0	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	Задание на зачете
Раздел 4. Переходные процессы в электроэнергетических системах					
4.1	Переходные процессы в электроэнергетических системах. /Лек/	3	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
4.2	Современная теория устойчивости. Понятие о первом и втором методах Ляпунова. /Ср/	3	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
4.3	Практические критерии статической устойчивости. /Ср/	3	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
4.4	Исследование статической устойчивости простейшей нерегулируемой ЭЭС методом малых колебаний. /Пр/	3	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
4.5	Переходные процессы в узлах нагрузки при малых и больших возмущениях. /Ср/	3	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
4.6	Динамическая устойчивость ЭЭС. /Ср/	3	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
4.7	Исследование переходных процессов и устойчивости систем, объединенных слабыми связями. /Пр/	3	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
4.8	Методические и нормативные указания по анализу переходных процессов и устойчивости ЭЭС. /Ср/	3	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
4.9	Мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в ЭЭС. /Ср/	3	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
4.10	/Контрольная работа/	3	0	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	Задание для контрольной работы
4.11	/Зачёт/	3	0	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	Задание на зачете
Раздел 5. Релейная защита и противоаварийная автоматика					

5.1	Релейная защита и противоаварийная автоматика. /Лек/	3	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
5.2	Критерии оценки и способы обеспечения надежности функционирования систем релейной защиты и средств противоаварийной автоматики. /Ср/	3	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
5.3	Системы оперативного тока. /Ср/	3	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
5.4	Релейная защита синхронных генераторов, трансформаторов, двигателей, шин, воздушных и кабельных линий электропередачи с различными способами заземления нейтрали. /Ср/	3	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
5.5	Принципы построения и взаимодействие комплектов защиты. /Ср/	3	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
5.6	Системы релейной защиты и противоаварийной автоматики с каналами связи. /Ср/	3	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
5.7	Автоматические переключения в электроэнергетических системах. /Ср/	3	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
5.8	Автоматическое регулирование напряжения и распределение реактивной мощности. /Ср/	3	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
5.9	Автоматическое регулирование частоты и распределение активной мощности. /Ср/	3	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
5.10	Методы и средства определения мест повреждений в сетях воздушных и кабельных линий электропередачи. /Пр/	3	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
5.11	Моделирование функционирования устройств и систем управления. /Пр/	3	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
5.12	/Контрольная работа/	3	0	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	Задание для контрольной работы
5.13	/Зачёт/	3	0	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	Задание на зачете
	Раздел 6. Эффективные режимы электроэнергетических систем				
6.1	Эффективные режимы электроэнергетических систем. /Лек/	4	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
6.2	Методы расчета нагрузочных потерь в электрической сети. /Ср/	4	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
6.3	Исследование графика зависимости располагаемой реактивной мощностью синхронного двигателя от величины напряжения в электрической сети. /Пр/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	

6.4	Моделирование режимов сложных электрических сетей. /Ср/	4	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
6.5	Параллельная работа силовых трансформаторов 10/0,4 кВ с различными ответвлениями обмоток. /Пр/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
6.6	Регулирование напряжения методом изменения потерь напряжения в сети. /Ср/	4	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
6.7	Симметрирование напряжений в трехфазных системах. /Ср/	4	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
6.8	Расчет кондуктивных низкочастотных электромагнитных помех, обусловленных несимметрией напряжений, в электрических сетях 0,4 кВ. /Пр/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
6.9	Расчетное обеспечение нормируемого уровня электромагнитной совместимости технических средств в электрической сети при несинусоидальных токах и напряжениях. /Ср/	4	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
6.10	Определение кондуктивной низкочастотной электромагнитной помехи по суммарному коэффициенту искажения синусоидальности кривой напряжения на шинах 10 и 110 кВ узла нагрузки с мощным преобразовательным устройством. /Пр/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
	Раздел 7. Применение теории вероятностей к анализу режимов работы ЭЭС и электрических станций				
7.1	Применение теории вероятностей к анализу режимов работы ЭЭС и электрических станций. /Лек/	4	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
7.2	Понятия и методы расчета интегральных характеристик режимов в сложных электроэнергетических системах. /Ср/	4	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
7.3	Интегральные критерии качества электроэнергии, их применение в практике эксплуатации ЭЭС. /Пр/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
7.4	Понятие о простейшем стационарном процессе, моделирования процессов отказов и восстановлений элементов и схем в электроэнергетике. /Ср/	4	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
7.5	Метод статистических испытаний «Монте-Карло», его применение для решения энергетических задач. /Пр/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
7.6	Общий обзор проблемы моделирования, основы теории подобия. Полное и неполное подобие. Точность подобия. /Ср/	4	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	

7.7	Практические критерии подобия различных явлений, изучаемых в технике. Подобие электрических цепей. /Пр/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
7.8	Физическое и имитационное моделирование процессов в электроэнергетических системах. Расчетные модели, имитационные модели, физические или динамические модели электроэнергетических систем. /Ср/	4	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
7.9	Расчеты режимов работы электростанций, сетей и систем с применением ЭВМ. Области применения и возможности ЭВМ при анализе режимов работы ЭЭС. /Ср/	4	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
7.10	Основные алгоритмы расчетов режимов работы и устойчивости ЭЭС с применением ЭВМ. /Пр/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
7.11	/Контрольная работа/	4	0	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	Задание для контрольной работы
8.	/Экзамен/	4	36	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	Вопросы для подготовки к кандидатскому экзамену

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

5.1. Контрольные вопросы и задания

Проведение текущего контроля успеваемости.

Тема 1. Электроэнергетические системы и сети.

Основные сведения об истории развития энергетики. Особенности развития энергетики в условиях современной рыночной экономики. Модели оптимального развития энергосистем, системный подход. Иерархическое построение энергосистем. Оптимизации структуры энергосистемы при ее проектировании и развитии. Методы оптимизации развития и функционирования энергосистем. Режимы заземления нейтралей в сетях различного напряжения. Установившиеся режимы электрических сетей. Регулирование режимов электрических сетей. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах. Методы прогнозирования их развития. Основные принципы интеллектуального распределения электроэнергии. Цифровая электрическая сеть. Требования к проектированию цифровых распределительных электрических сетей 0,4-220 кВ. Применение серии стандартов МЭК 61850 для диспетчерского управления интеллектуальных ЭЭС. Электрические станции, электрические сети, потребители электроэнергии, как элементы энергосистем.

Вопросы для устного опроса:

1. Общая характеристика электроэнергетической системы.
2. Современное состояние электроэнергетических систем и их особенности.
3. Структура и подсистемы электроэнергетических систем.
4. Классификация электрических сетей.
5. Представление элементов сети математическими моделями при расчетах нормальных режимов электрических сетей.
6. Регулирование параметров режимов электрических сетей.
7. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах.
8. Проектирование электрических сетей, общие подходы, основные задачи.
9. Задачи расчета установившихся режимов электроэнергетических систем.
10. Особенности оптимизации структуры энергосистемы при ее проектировании и развитии.

Вопросы для самостоятельной работы:

Моделирование протяженных линий.

1. Основные параметры, характеризующие протяженные линии электропередачи.
2. Как учитываются потери в линиях электропередачи (омические, диэлектрические, коронные) при моделировании?
3. Продольные и поперечные параметры линии электропередачи, их использование в моделировании.
4. Учет влияния окружающей среды (температура, влажность, загрязнение) при моделировании линий электропередачи.
5. Использование программного комплекса MATLAB для моделирования протяженных линий электропередачи.

Моделирование параметров установившегося режима участка электрической сети.

1. Опишите схему формирования математической модели.
2. Поясните физический смысл параметров схемы замещения трансформатора.
3. Объясните принцип решения системы нелинейных уравнений узловых напряжений методом простой итерации.
4. Объясните принцип решения системы нелинейных уравнений узловых напряжений методом ускоренной итерации.
5. Объясните принцип решения системы нелинейных уравнений узловых напряжений методом Ньютона.

Моделирование симметричного установившегося режима работы замкнутой сети с двумя источниками питания.

1. Преимущества и недостатки линий с двусторонним питанием.

2. Основные схемы построения замкнутых электрических сетей.
3. Определение распределения токов или мощностей в линии с двусторонним питанием.
4. Методика расчета линии с двусторонним питанием.
5. Требования к допустимым отклонениям напряжений в нормальном и аварийном режимах работы линии с двусторонним питанием.

Практическое занятие. Анализ эксплуатационных режимов разомкнутой электрической сети.

Цель занятия. Приобрести практические навыки в расчете и моделировании режимов разомкнутой электрической сети.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Разомкнутая электрическая сеть и ее основные характеристики.
2. Преимущества и недостатки разомкнутых электрических сетей по сравнению с замкнутыми.
3. Режим нормальной эксплуатации разомкнутой электрической сети и параметры, характеризующие этот режим.
4. Как учитываются потери мощности в линиях при анализе эксплуатационных режимов разомкнутой сети.
5. Объясните влияние реактивной мощности на работу разомкнутой электрической сети и методы ее компенсации.

Вопросы для самостоятельной работы:

Методы оптимизации развития и функционирования энергосистем: линейное и нелинейное математическое программирование.

1. Основная задача линейного программирования.
2. Задача оптимизации точек размыкания распределительных сетей 6-10 кВ как задача математического программирования.
3. Методы нелинейного программирования. Общая характеристика.
4. Основные направления повышения эффективности математического обеспечения в электроэнергетике.
5. Задачи и методы оптимизации потерь мощности в распределительных сетях.

Способы уменьшения потерь электрической энергии в линиях.

1. Виды потерь электрической энергии в линиях электропередачи.
2. Объясните принцип, по которому повышение уровня напряжения в линии электропередачи способствует уменьшению потерь энергии.
3. Как влияет температура окружающей среды и нагрев проводников на величину потерь в линии, и какие меры можно принять для минимизации этого влияния?
4. Влияние трансформаторов с пониженным уровнем потерь на общие потери в системе электроснабжения.
5. Объясните влияние гармонических искажений на потери энергии в линиях и методы снижения этих потерь.

Практическое занятие. Исследование потерь электроэнергии в электрических сетях системы электроснабжения.

Цель занятия. Изучить причины возникновения и механизмы потерь электроэнергии в электрических сетях системы электроснабжения, освоить методы их расчета и анализа.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Основные причины возникновения потерь электроэнергии в линиях электропередачи и силовых трансформаторах.
2. Объясните различие между техническими (технологическими) и коммерческими потерями электроэнергии.
3. Что такое коэффициент загрузки сети, и как изменение нагрузки влияет на потери электроэнергии?
4. Методы измерения потерь электроэнергии.
5. Опишите порядок проведения эксперимента по определению потерь электроэнергии в сети при помощи моделирования.

Вопросы для самостоятельной работы:

Способы уменьшения потерь электрической энергии в линиях.

1. Как использование более проводящих материалов может снизить потери в линиях?
2. Какие методы уменьшения коронных потерь применяются в высоковольтных линиях электропередачи?
3. Объясните, как распределенная генерация и расположение источников энергии ближе к потребителям сокращают потери в сетях.
4. Приведите примеры инновационных технологий или материалов, которые перспективны для уменьшения потерь в линиях электропередачи.
5. Эффект близости в проводниках и его влияние на потери в многожильных кабелях и шинпроводах.

Выбор конфигурации и номинального напряжения ЭЭС.

1. Объясните преимущества и недостатки разных типов сетевых конфигураций: радиальных, кольцевых, сетей с замкнутой структурой.
2. Объясните роль экономического анализа при выборе конфигурации и номинальных напряжений в ЭЭС.
3. Как выбор конфигурации сети влияет на качество электроэнергии, предоставляемой потребителям (устойчивость напряжения, частота, гармонические искажения)?
4. Объясните влияние географических и климатических условий на выбор конфигурации и напряжения ЭЭС.
5. Влияние современных технологий (например, гибкие системы передачи переменного тока – FACTS) на подходы к выбору конфигурации и номинальных напряжений.

Практическое занятие. Составление вариантов схемы электрической сети и выбор наиболее рациональных решений.

Цель занятия. Освоение методов выбора основных проектных решений при развитии электроэнергетической сети.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Тенденции и перспективы развития электроэнергетических систем.
2. Нормативная документация по проектированию развития электроэнергетической сети и объектов электроэнергетики.
3. Цели и задачи проектирования развития электроэнергетической сети.
4. Достижений отечественной и зарубежной науки и техники для внедрения в объекты электроэнергетической сети.
5. Методы проектирования развития электроэнергетической сети.

Вопросы для самостоятельной работы:

Технико-экономические расчеты электрических систем и сетей.

1. Основные показатели экономической эффективности при оценке проектов в области электроснабжения.
2. Расчет капитальных затрат на строительство линий электропередачи и подстанций, факторы, влияющие на их величину.
3. Объясните понятие оптимального уровня напряжения для линии электропередачи и методику его определения на основе минимизации приведенных затрат.
4. Объясните метод расчета экономически оптимального расстояния электропередачи и его практическое значение.

5. Как использование современных технологий (например, FACTS, Smart Grid) отражается на экономических расчетах проектов в энергетике?

Проектирование электрических сетей, выбор основных параметров электрических сетей при проектировании.

1. Основные этапы проектирования электрических сетей, решаемые задачи на каждом этапе.

2. Как проводится прогнозирование нагрузок, каким образом рассчитывается ожидаемое потребление электроэнергии для проектируемой сети?

3. Какие экологические аспекты необходимо учитывать и как они влияют на проектирование электрических сетей?

4. Как влияние гармоник и проблем качества электроэнергии отражается на решениях при проектировании?

5. Приведите примеры того, как технологии умных сетей (Smart Grid) влияют на выбор параметров при проектировании электрических сетей.

Практическое занятие. Выбор рациональных средств повышения экономичности режимов работы ЭЭС и обеспечение качества электроэнергии.

Цель занятия. Освоить принципы и методы выбора рациональных средств, направленных на повышение экономичности режимов работы электроэнергетических систем и обеспечение качества электроэнергии.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Какие факторы влияют на выбор рациональных средств повышения экономичности режимов работы электроэнергетических систем?

2. Перечислите технологии и устройства для обеспечения качества электроэнергии в современных ЭЭС.

3. Как управление реактивной мощностью влияет на экономичность работы ЭЭС?

4. Роль интеллектуальных энергосистем.

5. Перечислите стандарты и нормы для оценки и обеспечения качества электроэнергии в ЭЭС.

Тема 2. Электрические станции и подстанции.

Электрические станции как элементы энергосистем. Особенности функционирования электрических станций. Графики нагрузки электрических станций. Тепловые электростанции. Паротурбинные конденсационные станции. Паротурбинные теплофикационные электростанции (ТЭЦ). Газотурбинные станции (ГТУ). Атомные электростанции. Гидроэлектростанции.

Вопросы для устного опроса:

1. Электрические станции как элементы энергосистем.

2. Особенности технологического процесса функционирования электрических станций различного типа.

3. Параметры графиков нагрузок.

4. Участие электростанций разных типов в производстве электроэнергии.

5. Тепловые электростанции.

6. Паротурбинные конденсационные станции.

7. Паротурбинные теплофикационные электростанции (ТЭЦ).

8. Газотурбинные станции (ГТУ).

9. Атомные электростанции.

10. Гидроэлектростанции.

Вопросы для самостоятельной работы:

Синхронные генераторы и компенсаторы.

1. Основные характеристики синхронного генератора, их влияние на его работу в энергосистеме.

2. Роль системы возбуждения синхронного генератора. Типы систем возбуждения, их особенности.

3. Объясните процессы, происходящие при коротких замыканиях в сети с синхронными генераторами. Как это влияет на генератор и энергосистему в целом?

4. Какие системы автоматического регулирования и защиты применяются в синхронных генераторах и компенсаторах?

5. Как синхронный компенсатор регулирует напряжение в сети? Опишите механизм компенсации реактивной мощности?

Силовые трансформаторы и автотрансформаторы.

1. Номинальные параметры трансформаторов.

2. Схемы и группы соединения обмоток.

3. Системы охлаждения силовых трансформаторов.

4. Особенности автотрансформаторов.

5. Регулирование напряжения трансформаторов.

Практическое занятие. Способы сушки силовых трансформаторов.

Цель занятия. Приобрести практические навыки в выборе и применении оптимальных методов сушки для обеспечения необходимого уровня изоляции и надежной работы трансформаторов.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Перечислите и охарактеризуйте основные методы сушки силовых трансформаторов. В чем их принципиальные отличия?

2. Опишите термовакuumный метод сушки трансформаторов. Какие преимущества и ограничения имеет этот метод?

3. Как проводится сушка силового трансформатора горячим воздухом, и в каких случаях этот метод наиболее эффективен?

4. Критерии выбора оптимального метода сушки для конкретного силового трансформатора.

5. Современные технологии и оборудование для сушки силовых трансформаторов, их преимущества по сравнению с традиционными методами.

Вопросы для самостоятельной работы:

Динамическое и термическое действие токов короткого замыкания.

1. Динамическое действие токов короткого замыкания.

2. Термическое действие токов короткого замыкания.

3. Расчет электродинамических сил, действующих на проводники при токах короткого замыкания.

4. Определение допустимого времени протекания тока короткого замыкания с учетом термической стойкости оборудования.

5. Как влияние апериодической составляющей тока короткого замыкания отражается на динамическом действии тока и электромеханических силах?

Определение токов и мощностей КЗ, выбор и проверка шин и изоляторов.

1. Что такое ток короткого замыкания и мощность короткого замыкания?

2. Какие факторы влияют на величину токов и мощностей короткого замыкания в различных точках электрической сети?

3. Что такое ударный ток короткого замыкания, и каким образом он рассчитывается?

4. Какие формулы используются для расчета термического воздействия тока короткого замыкания на проводники и шины? Приведите пример расчета.

5. Опишите процесс выбора шин с учетом расчетных токов короткого замыкания и требований нормативных документов.

Практическое занятие. Определение токов и мощностей короткого замыкания, выбор и проверка шин и изоляторов.

Цель занятия. Изучить методы расчета токов и мощностей короткого замыкания в электрических сетях, освоить практические навыки определения этих параметров.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Какие параметры шин (сечение, материал, форма) необходимо учитывать при их выборе для заданных условий эксплуатации?
2. Какие требования предъявляются к изоляторам в условиях воздействия токов короткого замыкания?
3. Как осуществляется выбор изоляторов с учетом электрической и механической прочности при коротких замыканиях?
4. Объясните значение коэффициентов запаса при выборе шин и изоляторов и как они учитываются в расчетах.
5. Каким образом проводится анализ надежности выбранных шин и изоляторов в условиях возможных коротких замыканий и аварийных режимов работы сети?

Вопросы для самостоятельной работы:

Электрооборудование распределительных устройств электростанций и подстанций.

1. Что такое распределительное устройство, какую функцию оно выполняет на электростанциях и подстанциях?
2. Типы распределительных устройств их отличие друг от друга.
3. Перечислите основные виды электрооборудования, используемого в РУ, и кратко опишите их назначение (выключатели, разъединители, трансформаторы тока и напряжения, предохранители и т.д.).
4. Объясните принцип действия и конструкцию высоковольтных выключателей. Какие типы высоковольтных выключателей существуют, их преимущества и недостатки.
5. Опишите конструкцию и функции шинных систем в распределительных устройствах. Какие типы шин используются (одиночные, двойные, секционированные), как они влияют на надежность и гибкость РУ?

Выбор оборудования РУ высшего, среднего и низшего напряжения подстанции.

1. Основные критерии выбора высоковольтных выключателей для РУ высшего напряжения. Параметры, определяющие их применение.
2. Типы ограничителей перенапряжений, применяющихся в РУ высшего напряжения, как они защищают оборудование от грозовых и коммутационных перенапряжений?
3. Основные критерии выбора оборудования для РУ среднего напряжения (от 6 до 35 кВ), их отличие от критериев для РУ высшего напряжения.
4. Опишите преимущества и недостатки комплектных распределительных устройств (КРУ) среднего напряжения по сравнению с классическими РУ.
5. Особенности выбора автоматических выключателей и предохранителей в РУ низшего напряжения для обеспечения селективной защиты.

Практическое занятие. Выбор оборудования РУ высшего, среднего и низшего напряжения подстанции.

Цель занятия. Приобрести практические навыки при изучении методики выбора оборудования распределительных устройств высшего, среднего и низшего напряжения подстанции.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Выбор изоляторов в ОРУ.
2. Выбор выключателей.
3. Выбор разъединителей, отделителей и короткозамыкателей.
4. Выбор измерительных трансформаторов.
5. Выбор устройств защиты от перенапряжений.

Вопросы для самостоятельной работы:

Главные схемы распределительных устройств электростанций и подстанций.

1. Распределительное устройство (РУ) в контексте электростанций и подстанций, его роль в энергосистеме.
2. Основные требования, предъявляемые к главным схемам РУ с точки зрения надежности, безопасности и гибкости в эксплуатации.
3. Схема с одной системой сборных шин, в каких случаях применяется, ее преимущества и недостатки.
4. Схема с двумя системами сборных шин. Как она обеспечивает повышенную надежность?
5. Схема с секционированием сборных шин. Как она повышает гибкость и надежность РУ?

Практическое занятие. Диагностика электрооборудования распределительных устройств.

Цель занятия. Изучить методы диагностики электрооборудования распределительных устройств, приобрести практические навыки применения диагностических средств для оценки технического состояния оборудования.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Перечислите и охарактеризуйте основные методы диагностики электрооборудования распределительных устройств
2. Опишите процесс визуального осмотра электрооборудования. На какие признаки износа, повреждений и дефектов следует обратить внимание?
3. Что такое тепловизионная диагностика, как она помогает выявлять дефекты в электрооборудовании распределительных устройств?
4. Что такое метод измерения тангенса угла диэлектрических потерь ($\text{tg}\delta$), какую информацию он дает о состоянии изоляции оборудования?
5. Приведите нормативные документы и стандарты, регламентирующие проведение диагностики электрооборудования распределительных устройств.

Вопросы для самостоятельной работы:

Проектирование электрических станций.

1. Какие этапы включает процесс проектирования электрической станции? Перечислите основные стадии от концептуального проекта до ввода в эксплуатацию.

2. Какие требования предъявляются к проектированию электрической части станции (системы генерации, распределительные устройства, системы возбуждения и т.д.)?
3. Что такое баланс электрической энергии и мощности, как он используется при проектировании станций?
4. Какие современные технологии и решения применяются в проектировании электрических станций для повышения их эффективности?
5. Что такое пиковые и базовые нагрузки, как они учитываются при проектировании электрических станций?

Тема 3. Электроснабжение.

Общая характеристика систем электроснабжения. Теоретические основы формирования расчетной нагрузки элементов сети. Методы определения расчетных электрических нагрузок. Компенсация реактивных нагрузок. Принципы размещения компенсирующих устройств в распределительных сетях. Режим нейтрали в сетях до 1 кВ и выше 1 кВ. Причины нормирования однофазных токов замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью. Потери электроэнергии в распределительных сетях, структура потерь. Применение различных методов расчета потерь в зависимости от исходных данных. Методы и средства снижения потерь электроэнергии.

Вопросы для устного опроса:

1. Общая характеристика систем электроснабжения.
2. Формирование расчетных нагрузок систем электроснабжения.
3. Требования к электрическим схемам систем электроснабжения.
4. Методы определения расчетных электрических нагрузок.
5. Потери электроэнергии в системах электроснабжения.
6. Методы и средства снижения потерь электроэнергии.
7. Компенсация реактивных нагрузок.
8. Методы и средства снижения потерь электроэнергии в системах электроснабжения.
9. Режим нейтрали в сетях до 1 кВ и выше 1 кВ. Причины нормирования однофазных токов замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью.
10. Причины нормирования однофазных токов замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью.

Вопросы для самостоятельной работы:

Электроснабжение городов.

1. Опишите общую структуру системы электроснабжения города.
2. Какие типичные уровни напряжения используются в городских электрических сетях распределения? Почему используются разные уровни напряжения и как это влияет на эффективность системы?
3. Что такое "умная сеть" (smart grid), как технологии умных сетей могут улучшить эффективность, надежность и устойчивость городского электроснабжения?
4. Как интеграция возобновляемых источников энергии влияет на городские электрические сети?
5. Какие меры применяются для обеспечения надежности и резервирования в городских системах электроснабжения?

Электроснабжение промышленных предприятий.

1. Опишите основные требования, предъявляемые к электроснабжению промышленных предприятий. Как особенности производственных процессов влияют на систему электроснабжения?
2. Что такое категории надежности электроснабжения, какие категории применяются для различных промышленных предприятий? Как определяются эти категории и какие меры принимаются для их обеспечения?
3. Объясните структуру системы электроснабжения промышленного предприятия. Какие уровни напряжения используются и как организована передача и распределение электроэнергии внутри предприятия?
4. Объясните принцип работы и назначение трансформаторных подстанций на промышленных предприятиях. Как выбирается мощность и количество трансформаторов?
5. Как интеграция собственных источников генерации электроэнергии влияет на систему электроснабжения предприятия? Какие преимущества и сложности связаны с такой интеграцией?

Проектирование систем электроснабжения городов промышленных предприятий.

1. Какие основные принципы лежат в основе проектирования систем электроснабжения городов и промышленных предприятий? Как эти принципы обеспечивают надежность и эффективность электроснабжения?
2. Опишите этапы проектирования систем электроснабжения. Какие исходные данные необходимы для начала проектирования и как они влияют на выбор технических решений?
3. Какие факторы влияют на выбор схемы электроснабжения (радиальная, кольцевая, смешанная) при проектировании?
4. Какие требования предъявляются к трансформаторным подстанциям в системах электроснабжения городов и промышленных предприятий? Как производится выбор типа, мощности и количества трансформаторов?
5. Какие нормативно-правовые документы регламентируют проектирование систем электроснабжения? Как стандарты и нормы влияют на процесс проектирования и выбор оборудования?

Обоснование необходимости глубоких вводов в городах и на промышленных предприятиях.

1. Что такое глубокий ввод в системах электроснабжения городов и промышленных предприятий? Дайте понятие и объясните его значение в контексте современной энергосистемы.
2. Объясните основные причины и факторы, обосновывающие необходимость внедрения глубоких вводов в городах и на промышленных предприятиях.
3. Каким образом глубокие вводы улучшают качество электроэнергии, поставляемой потребителям? Объясните их роль в поддержании стабильного напряжения и частоты в сети?
4. Дайте анализ экономических преимуществ глубоких вводов. Как соотносятся затраты на их внедрение с долгосрочными выгодами для энергокомпаний и потребителей?
5. Какие нормы и стандарты регулируют внедрение глубоких вводов в электросетях?

Практическое занятие. Проектирование системы электроснабжения промышленного объекта.

Цель занятия. Изучить и применить на практике методы и принципы проектирования системы электроснабжения промышленного объекта, приобрести навыки расчета электрических нагрузок, выбора оборудования и разработки схем электроснабжения.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Какие этапы включает процесс проектирования системы электроснабжения промышленного объекта? Опишите последовательность действий от сбора исходных данных до разработки проектной документации.
2. Какие исходные данные необходимы для начала проектирования системы электроснабжения? Как собирается информация о технологических процессах, нагрузках и требованиях к надежности электроснабжения?
3. Объясните важность схем заземления и молниезащиты для промышленного объекта. Какие нормативные документы регламентируют их разработку и какие требования предъявляются к их исполнению?
4. Какие нормативно-технические документы и стандарты необходимо учитывать при проектировании системы электроснабжения промышленного объекта?
5. Объясните процесс расчета токов короткого замыкания и его значение при выборе оборудования и элементов сети. Как результаты этих расчетов влияют на конструктивные решения?

Вопросы для самостоятельной работы:

Качество электроэнергии в системах электроснабжения.

1. Перечислите и опишите основные отклонения напряжения в электрических сетях: длительные и кратковременные понижения и повышения напряжения, провалы и перенапряжения. Как они влияют на работу электрического оборудования?
2. Объясните понятие гармонических искажений в системах электроснабжения. Что такое гармоники, как они возникают и каким образом влияют на качество электроэнергии?
3. Объясните влияние несинусоидальных токов и напряжений на работу электрических устройств. Какие проблемы могут возникнуть при этом в сети?
4. Объясните причины возникновения отклонений частоты в системах электроснабжения. Как отклонения частоты влияют на электроприборы и промышленные процессы?

5. Какие стандарты и нормативные документы регламентируют требования к качеству электроэнергии? Поясните ключевые положения ГОСТ, IEC и других международных стандартов в этой области.

Энергосбережение в системах электроснабжения промышленных объектов.

1. Какие основные факторы влияют на энергопотребление в системах электроснабжения промышленных предприятий?
2. Опишите методы и технологии, используемые для повышения энергоэффективности в системах электроснабжения промышленных объектов.
3. Как использование энергоэффективного оборудования и технологий влияет на снижение энергопотребления? Приведите примеры современного оборудования, способствующего энергосбережению.
4. Как системы мониторинга и учета энергопотребления помогают в реализации мероприятий по энергосбережению? Объясните важность сбора и анализа данных.

5. Объясните понятие рекуперации энергии в промышленных процессах. Какие технологии используются для возврата и повторного использования энергии?

Практическое занятие. Задачи энергосбережения в системах электроснабжения промышленных объектов.

Цель занятия. Изучить и проанализировать задачи энергосбережения в системах электроснабжения промышленных объектов, освоить методы и технологии повышения энергоэффективности.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Что понимается под задачами энергосбережения в системах электроснабжения промышленных объектов, почему их решение является приоритетным для промышленности и экономики в целом?
2. Какие основные факторы влияют на энергетическую эффективность систем электроснабжения промышленных предприятий?
3. Как управление реактивной мощностью способствует решению задач энергосбережения?
4. Объясните, как автоматизация и системы управления технологическими процессами могут помочь в решении задач энергосбережения. Какие системы используются и какие функции они выполняют.
5. Какие законодательные и нормативные акты регулируют задачи энергосбережения в промышленности? Как они влияют на действия предприятий в этой области?

Тема 4. Переходные процессы в электроэнергетических системах.

Причины, вызывающие переходные процессы в электроэнергетических системах. Анализ переходных процессов в ЭЭС.

Основные характеристики элементов ЭЭС и их математические модели, используемые при исследовании переходных процессов. Виды возмущений, вызывающих переходные процессы в ЭЭС. Общие уравнения, описывающие переходные процессы. Переходные процессы при коротких замыканиях в сетях, содержащих длинные линии, установки продольной компенсации, линейные и нелинейные регулирующие элементы.

Вопросы для устного опроса:

1. Что такое переходный процесс в электроэнергетической системе? Дайте определение переходного процесса и опишите основные причины его возникновения.
2. Охарактеризуйте электроэнергетические, электромеханические и электромагнитные переходные процессы.
3. Анализ переходных процессов в ЭЭС. Методы математического моделирования и численного решения дифференциальных уравнений.
4. Основные характеристики элементов ЭЭС и их математические модели, используемые при исследовании переходных процессов.
5. Виды возмущений, вызывающих переходные процессы в ЭЭС.
6. Объясните механизмы возникновения коммутационных и атмосферных перенапряжений.
7. Опишите процессы, происходящие при коротком замыкании в сети. Как короткое замыкание влияет на режим работы системы, какие переходные процессы при этом возникают?
8. Общие уравнения, описывающие переходные процессы.
9. Перечислите основные программные средства и их возможности в анализе переходных процессов.
10. Какое влияние оказывают нагрузки с нелинейными характеристиками на переходные процессы? Опишите проблемы, связанные с такими нагрузками и методы их решения.

Вопросы для самостоятельной работы:

Современная теория устойчивости. Понятие о первом и втором методах Ляпунова.

1. Объясните основные концепции и подходы, которые отличают современную теорию устойчивости от классической.
2. Что означает устойчивость системы в смысле Ляпунова и какие условия должны быть выполнены для ее обеспечения?

3. Опишите суть первого метода Ляпунова и как он используется для определения устойчивости систем.

4. Объясните требования к функции Ляпунова и ее роль в анализе устойчивости.

5. Охарактеризуйте второй метод и его применение в оценке устойчивости систем.

Практические критерии статической устойчивости.

1. Какие практические критерии используются для оценки статической устойчивости? Перечислите основные критерии и кратко опишите их сущность.

2. Опишите критерий равновеликих площадей и его применение. Как этот метод помогает определить возможность сохранения устойчивости при возмущениях?

3. Какие методы используются для повышения статической устойчивости энергосистем? Перечислите и опишите практические меры.

4. Как регулирование возбуждения генераторов способствует поддержанию устойчивости системы?

5. Как топология сети и наличие резервных связей сказываются на способности системы противостоять возмущениям?

Практическое занятие. Исследование статической устойчивости простейшей нерегулируемой ЭЭС методом малых колебаний.

Цель занятия. Изучить статическую устойчивость простейшей нерегулируемой электроэнергетической системы методом малых колебаний. Овладеть методами анализа устойчивости систем.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Что такое статическая устойчивость в электроэнергетических системах? Дайте определение и опишите ее значение для надежной работы ЭЭС.

2. Опишите математическую модель простейшей нерегулируемой ЭЭС для анализа устойчивости. Какие уравнения используются и какие элементы системы в них учитываются?

3. Как изменение нагрузки в системе влияет на ее устойчивость при малых возмущениях? Рассмотрите случаи увеличения и уменьшения нагрузки и их последствия для устойчивости.

4. Рассмотрите ограничения метода малых колебаний при анализе реальных энергосистем. В каких случаях этот метод может быть неприменим или давать неточные результаты?

5. Какие программные средства можно использовать для моделирования и анализа устойчивости ЭЭС методом малых колебаний?

Вопросы для самостоятельной работы:

Переходные процессы в узлах нагрузки при малых и больших возмущениях.

1. Что такое переходные процессы в узлах нагрузки энергосистемы? Дайте понятие переходных процессов и объясните их значение в контексте работы энергосистемы.

2. Чем отличаются малые и большие возмущения в узлах нагрузки? Объясните критерии классификации возмущений на малые и большие, приведите примеры каждого типа возмущений.

3. Какие основные причины возникновения переходных процессов в узлах нагрузки? Перечислите факторы, которые могут вызвать переходные процессы.

4. Опишите поведение нагрузок при малых возмущениях. Как малые изменения параметров влияют на электрические нагрузки, что происходит в узлах нагрузки при таких возмущениях?

5. Каким образом большие возмущения влияют на узлы нагрузки? Объясните процессы, происходящие в узлах нагрузки при крупных авариях, коротких замыканиях или резких изменениях нагрузки.

Динамическая устойчивость ЭЭС.

1. Что такое динамическая устойчивость электроэнергетической системы? Дайте определение динамической устойчивости и объясните ее отличие от статической устойчивости.

2. Каковы основные причины нарушения динамической устойчивости в ЭЭС? Перечислите факторы, которые могут привести к потере динамической устойчивости системы.

3. Объясните процесс развития динамической неустойчивости в ЭЭС после крупного возмущения.

4. Какие математические модели используются для анализа динамической устойчивости ЭЭС? Перечислите основные уравнения и модели, применяемые для исследования динамических процессов в энергосистемах.

5. Какие меры принимаются для повышения динамической устойчивости энергосистемы? Перечислите технические и организационные методы улучшения устойчивости.

Практическое занятие. Исследование переходных процессов и устойчивости систем, объединенных слабыми связями.

Цель занятия. Изучить особенности переходных процессов и вопросы устойчивости в электроэнергетических системах, объединенных слабыми связями. Научиться анализировать динамическое поведение таких систем, понимать причины возникновения неустойчивости, овладеть методами повышения устойчивости и надежности работы ЭЭС с учетом слабых связей.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Что такое слабые связи в электроэнергетических системах? Дайте определение слабых связей и объясните, чем они отличаются от сильных связей в энергосистемах.

2. Какие особенности имеют переходные процессы в системах, объединенных слабыми связями? Опишите характер переходных процессов в таких системах и чем они отличаются от процессов в системах с сильными связями.

3. Как слабые связи влияют на устойчивость энергосистемы? Объясните механизмы, через которые слабые связи могут привести к ухудшению устойчивости системы.

4. Каким образом передается мощность между системами, объединенными слабыми связями? Объясните принципы передачи мощности и как слабые связи ограничивают эту передачу.

5. Опишите методы анализа устойчивости систем со слабыми связями. Перечислите и опишите математические модели и методы, используемые для исследования таких систем.

Вопросы для самостоятельной работы:

Методические и нормативные указания по анализу переходных процессов и устойчивости ЭЭС.

1. Какие методические подходы используются для анализа переходных процессов в ЭЭС? Перечислите основные методы и объясните их преимущества и ограничения.

2. Какие нормативные документы регулируют анализ переходных процессов и устойчивости в ЭЭС? Перечислите основные стандарты и нормативы, действующие в данной области.

3. Каким образом ПУЭ влияют на требования к устойчивости и переходным процессам? Объясните основные положения ПУЭ, связанные с данной темой.

4. Что содержат методические указания по анализу переходных процессов в ЭЭС? Опишите основные разделы и рекомендации, представленные в методических указаниях.

5. Какие показатели используются в нормативных документах для оценки устойчивости ЭЭС? Перечислите показатели и их нормативные значения.

Мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в ЭЭС.

1. Какие мероприятия могут быть предприняты для повышения устойчивости ЭЭС? Опишите технические, эксплуатационные и административные меры, способствующие улучшению устойчивости системы.

2. Как автоматические регуляторы возбуждения влияют на устойчивость и качество переходных процессов? Объясните роль АРВ в демпфировании электромеханических колебаний и поддержании стабильности напряжения.

3. Объясните работу систем стабилизации потока мощности (PSS) и их влияние на устойчивость ЭЭС.

4. Как использование синхронных компенсаторов и статических вар-компенсаторов (SVC) способствует повышению устойчивости?

5. Каким образом устройства FACTS улучшают устойчивость и качество переходных процессов?

Тема 5. Релейная защита и противоаварийная автоматика.

Повреждения и ненормальные режимы работы энергетических систем. Задачи и алгоритмы управления энергетической системой и ее элементами. Программно-технические комплексы автоматических и автоматизированных систем управления. Иерархические структуры систем управления. Терминалы релейной защиты и противоаварийной автоматики. Ближнее и дальнее резервирование. Работа при разных видах повреждений. Первичные и вторичные измерительные преобразователи электрических величин. Цепи вторичной коммутации энергетических объектов. Способы и средства определения электромагнитной обстановки и обеспечения электромагнитной совместимости средств управления на электроэнергетических объектах.

Вопросы для устного опроса:

1. Повреждения и ненормальные режимы работы энергетических систем.

2. Задачи и алгоритмы управления энергетической системой и ее элементами.

3. Программно-технические комплексы автоматических и автоматизированных систем управления.

4. Иерархические структуры систем управления.

5. Терминалы релейной защиты и противоаварийной автоматики.

6. Ближнее и дальнее резервирование.

7. Работа при разных видах повреждений.

8. Первичные и вторичные измерительные преобразователи электрических величин.

9. Цепи вторичной коммутации энергетических объектов.

10. Способы и средства определения электромагнитной обстановки и обеспечения электромагнитной совместимости средств управления на электроэнергетических объектах.

Вопросы для самостоятельной работы:

Критерии оценки и способы обеспечения надежности функционирования систем релейной защиты и средств противоаварийной автоматики.

1. Какие основные критерии используются для оценки надежности систем релейной защиты и противоаварийной автоматики?

2. Как классифицируются отказные состояния в системах РЗ и ПА?

3. Какие методы и подходы применяются для повышения надежности функционирования систем РЗ и ПА?

4. Какие стандарты и нормативные документы регулируют требования к надежности систем РЗ и ПА?

5. Какие внешние факторы могут влиять на надежность систем РЗ и ПА, как они учитываются при проектировании и эксплуатации?

Системы оперативного тока.

1. Системы оперативного тока их роль в электроэнергетических установках.

2. Требования, предъявляемые к источникам оперативного тока на подстанциях и электростанциях.

3. Основные принципы построения схем систем оперативного тока.

4. Виды систем оперативного тока, их основные отличия.

5. Какие нормативные документы регламентируют проектирование и эксплуатацию систем оперативного тока?

Релейная защита синхронных генераторов, трансформаторов, двигателей, шин, воздушных и кабельных линий электропередачи с различными способами заземления нейтрали.

1. Виды повреждений и ненормальных режимов работы синхронных генераторов, виды релейной защиты для их обнаружения и предотвращения.

2. Принцип работы дифференциальной защиты генераторов и трансформаторов. Преимущества дифференциальной защиты.

3. Виды релейных защит силовых трансформаторов от перегрузок и коротких замыканий.

4. Принцип действия продольной и поперечной дифференциальной защиты шин.

5. В чем заключаются особенности релейной защиты кабельных линий по сравнению с воздушными линиями?

Принципы построения и взаимодействие комплектов защиты.

1. Что такое комплект релейной защиты, и какие компоненты входят в его состав?

2. Какие основные принципы лежат в основе построения комплектов релейной защиты для различных элементов энергосистемы (линий, трансформаторов, генераторов и т.д.)?

3. Как обеспечивается селективность релейной защиты при взаимодействии различных комплектов в энергосистеме?

4. Какие стандарты и нормативные документы регулируют принципы построения и взаимодействия комплектов релейной защиты?

5. Приведите примеры практических случаев, когда неправильное взаимодействие комплектов релейной защиты привело к авариям, проанализируйте их причины.

Системы релейной защиты и противоаварийной автоматики с каналами связи.

1. Что такое каналы связи в системах релейной защиты и противоаварийной автоматики, какую роль они выполняют?

2. Виды каналов связи используются в релейной защите и противоаварийной автоматике. Охарактеризуйте их особенности.

3. Как осуществляется передача сигналов ускорения и блокировки в дистанционных защитах линий электропередачи с помощью каналов связи?

4. Преимущества применения волоконно-оптических каналов связи в системах релейной защиты и противоаварийной автоматики.

5. Протоколы и стандарты передачи данных в системах релейной защиты и противоаварийной автоматики с каналами связи. Автоматические переключения в электроэнергетических системах.

1. Автоматические переключения в электроэнергетических системах, их роль в обеспечении надежности и непрерывности электроснабжения.

2. Принцип работы автоматического включения резерва. В каких случаях оно применяется, какие схемы АВР существуют?

3. Что такое автоматическое повторное включение линий электропередачи, как оно способствует повышению надежности энергосистемы?

4. Основные требования к быстрдействию и селективности автоматических переключений, как они обеспечиваются на практике?

5. Объясните принцип работы системы автоматического частотного разгрузки, ее связь с автоматическими переключениями. Автоматическое регулирование напряжения и распределение реактивной мощности.

1. Методы и устройства для регулирования напряжения и управления потоками реактивной мощности в энергосистемах

2. Объясните принцип работы синхронного компенсатора и его роль в регулировании реактивной мощности и напряжения.

3. Какие типы компенсирующих устройств применяются для управления реактивной мощностью?

4. Объясните, что такое статическая и динамическая устойчивость энергосистемы, как они связаны с регулированием напряжения и реактивной мощности.

5. Какие стандарты и нормативные документы регулируют требования к качеству напряжения и управлению реактивной мощностью в энергосистемах?

Автоматическое регулирование частоты и распределение активной мощности.

1. Какие факторы влияют на изменение частоты в энергосистеме, как баланс между активной мощностью генерации и потребления отражается на частоте?

2. Как функционирует автоматическое регулирование частоты и мощности, какие задачи оно решает в энергосистеме?

3. Объясните роль систем автоматического регулирования частоты и перетоков мощности между энергообъединениями.

4. Какие современные технологии и решения используются для повышения эффективности автоматического регулирования частоты и распределения активной мощности?

5. Объясните понятие нормативной частоты и допустимых отклонений от нее. Какие стандарты и нормативные документы регулируют эти требования?

Практическое занятие. Методы и средства определения мест повреждений в сетях воздушных и кабельных линий электропередачи.

Цель занятия. Овладеть практическими навыками и методами определения мест повреждений в воздушных и кабельных линиях электропередачи.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Виды повреждений на воздушных линиях электропередачи, их основные причины.

2. Опишите общие принципы и методы определения мест повреждений на воздушных линиях электропередачи.

3. Методы обнаружения и локализации коротких замыканий в кабельных линиях.

4. Объясните принцип работы метода рефлектометрии и его применение при поиске повреждений в кабельных линиях.

5. Метод петли и его применение для определения мест однофазных замыканий на землю в кабельных линиях.

Практическое занятие. Моделирование функционирования устройств и систем управления.

Цель занятия. Овладеть практическими навыками моделирования функционирования устройств и систем управления с использованием современных программных средств. Изучить методы создания математических моделей.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Что такое моделирование в контексте устройств и систем управления, почему оно является важным этапом при разработке и анализе таких систем?

2. Какие виды моделей используются при моделировании систем управления (математические модели, структурные схемы, имитационные модели и др.), в чем заключаются их особенности?

3. Объясните, что такое математическое моделирование, какие методы используются для описания динамики систем (дифференциальные уравнения, передаточные функции, модели состояния).

4. Что представляет собой передаточная функция системы, как она используется при моделировании линейных систем управления?

5. Какие различия существуют между линейными и нелинейными моделями систем управления, какие методы применяются для их анализа?

Тема 6. Эффективные режимы электроэнергетических систем.

Жизнеобеспечивающий аспект электроэнергетики как отрасли экономики страны (региона). Условия нормированного технологического расхода электроэнергии на ее транспорт. Пути повышения качества функционирования линий электропередачи. Структура расхода электроэнергии на ее передачу. Методы расчета коэффициента полезного действия электрической сети, потерь холостого хода и нагрузочных потерь.

Вопросы для устного опроса:

1. Расчет потребности страны (региона) в топливно-энергетических ресурсах. Основная формула.

2. Покажите, как за счет повышения эффективности использования электроэнергии можно уменьшить потребность страны (региона) в энергоресурсах. Особенности электроэнергетики как отрасли народного хозяйства.

3. Баланс энергии в электрической сети.

4. Схема взаимосвязей электромагнитных процессов, влияющих на качество функционирования сетей среднего напряжения.

5. Пути повышения качества функционирования линий электропередачи.

6. Понятие термина «потери электроэнергии» в свете закона сохранения энергии.

7. Технические составляющие технологического расхода электроэнергии на ее передачу.

8. Потери мощности на корону с типовыми конструкциями фаз.

9. Удельные потери мощности от токов утечки по изоляторам воздушной линии.

10. Нагрузочные потери в элементе сети за время T . Математическая модель.

Вопросы для самостоятельной работы:

Методы расчета нагрузочных потерь в электрической сети.

1. Метод характерных суточных режимов.
2. Метод средних нагрузок.
3. Метод среднеквадратических параметров режима.
4. Метод раздельного времени наибольших потерь.
5. Метод эквивалентного сопротивления.
6. Вероятно-статистический метод.

Практическое занятие. Исследование графика зависимости располагаемой реактивной мощностью синхронного двигателя от величины напряжения в электрической сети.

Цель занятия. Исследовать зависимость располагаемой реактивной мощности синхронного двигателя от величины напряжения в электрической сети путем построения и анализа соответствующего графика.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Формула располагаемой реактивной мощности синхронного двигателя. Область применения.
2. Коэффициент средней относительной величины располагаемой реактивной мощности синхронного двигателя. От чего он зависит?
3. Величина потребляемой реактивной мощности синхронного двигателя в режиме недовозбуждения. Чем она ограничена?
4. Область использования синхронных двигателей в качестве компенсаторов реактивной мощности в электроэнергетической системе.
5. Чем отличается синхронный компенсатор от распространенных серий синхронных двигателей?

Вопросы для самостоятельной работы:

Моделирование режимов сложных электрических сетей.

1. Применение теории графов для моделирования схем электрических сетей.
2. Волновое сопротивление линии. На какой режимный параметр оно влияет?
3. Элементы высшей алгебры в физико-математических задачах электроэнергетики. Матрицы. Специальные матрицы.
4. Применение матричной алгебры к исследованию и решению систем уравнений электрических цепей.
5. Решение линейных уравнений на основе применения обратных матриц.

Практическое занятие. Параллельная работа силовых трансформаторов 10/0,4 кВ с различными ответвлениями обмоток.

Цель занятия. Изучить особенности параллельной работы силовых трансформаторов 10/0,4 кВ с различными ответвлениями обмоток.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Что означает группа соединений обмоток понижающего трансформатора 10/0,4 кВ $Y_n/\Delta-11$?
2. Векторные диаграммы напряжений этих групп соединений обмоток трансформатора.
3. Какими схемами замещения моделируется двухобмоточный трансформатор? Как в них учитывается магнитная связь обмоток?
4. В чем сущность синхронизированного выбора ответвлений трансформаторов в распределительной сети для снижения технологического расхода электроэнергии для ее передачи?

Вопросы для самостоятельной работы:

Регулирование напряжения методом изменения потерь напряжения в сети.

1. Компенсация реактивной мощности нагрузки. Векторная диаграмма.
2. Выбор мощности компенсирующего устройства для регулирования напряжения в электрической сети.
3. Продольная компенсация индуктивного сопротивления линии. Векторная диаграмма.
4. Изменение потерь напряжения на участке электрической сети.
5. Проверка достаточности регулировочного диапазона РПН трансформатора для обеспечения желаемого уровня напряжения на шинах низкого напряжения в режиме наибольшей нагрузки.

Вопросы для самостоятельной работы:

Симметрирование напряжений в трехфазных системах.

1. Энергетические процессы в трехфазной системе при несимметрии напряжений.
2. Взаимосвязь уравнивания, симметрирования и компенсации реактивной мощности.
3. Рациональное использование резервов устойчивости системы электроснабжения к кондуктивным низкочастотным электромагнитным помехам по несимметрии напряжений.
4. Снижение местной несимметрии пофазным регулированием напряжения в узле нагрузки.
5. Причины возникновения повышенной вибрации генераторов и турбин на электростанциях. Методы их устранения.
6. Способы симметрирования напряжений в трехфазных сетях.

Практическое занятие. Расчет кондуктивных низкочастотных электромагнитных помех, обусловленных несимметрией напряжений, в электрических сетях 0,4 кВ.

Цель занятия. Освоить методы расчета кондуктивных низкочастотных электромагнитных помех, вызываемых несимметрией напряжений в электрических сетях 0,4 кВ, приобрести практические навыки анализа, расчета и разработки мер по снижению негативного воздействия таких помех на работу электрооборудования и сетей.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Область применения метода симметричных составляющих для расчетов показателей несимметрии напряжений в трехфазных системах.
2. Симметричные составляющие напряжений в четырехпроводной трехфазной сети 0,4 кВ при соединении фаз понижающего трансформатора и приемника «звездой».
3. Чем отличается система обратной последовательности напряжений в трехфазной сети от системы прямой последовательности? Каковы особенности нулевой последовательности?
4. В каких случаях токи нулевой последовательности равны нулю?
5. Какие симметричные составляющие содержатся в системе фазных напряжений несимметричного приемника, соединенного «звездой», подключенного к симметричной трехфазной системе напряжений?

Вопросы для самостоятельной работы:

Расчетное обеспечение нормируемого уровня электромагнитной совместимости технических средств в электрической сети при несинусоидальных токах и напряжениях.

1. Силовые фильтры высших гармоник.
2. Компенсация реактивной мощности в электрических сетях с нелинейными нагрузками.
3. Токи гармоник, генерируемые вентильными преобразователями, установками дуговой и контактной электросварки переменного тока, дугowymi сталеплавильными печами.
4. Источники несинусоидальных токов и напряжений в электрических сетях, их влияние на электромагнитную совместимость технических средств.
5. Методы и средства для снижения уровней гармонических искажений в электрических сетях, их учет при расчетном обеспечении нормируемого уровня электромагнитной совместимости.

Практическое занятие. Определение кондуктивной низкочастотной электромагнитной помехи по суммарному коэффициенту искажения синусоидальности кривой напряжения на шинах 10 и 110 кВ узла нагрузки с мощным преобразовательным устройством.

Цель занятия. Освоить методы определения кондуктивных низкочастотных электромагнитных помех путем расчёта суммарного коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения на шинах 10 и 110 кВ узла нагрузки с мощным преобразовательным устройством.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Работа асинхронного двигателя при несинусоидальном напряжении.
2. Потери мощности в синхронном двигателе, обусловленные высшими гармониками.
3. Влияние гармоник на: линии электропередачи, батареи конденсаторов, ток замыкания фазы на землю в сетях 6-10 кВ с изолированной нейтралью.
4. Резонанс токов в электрической сети на i -ой гармонике. Условия возникновения.
5. Резонанс напряжений на i -ой гармонике. Определение номера гармоники.

Тема 7. Применение теории вероятностей к анализу режимов работы ЭЭС и электрических станций.

Случайные события и случайные величины в электроэнергетике, их применение в расчетах надежности схем электрических соединений. Применение математической статистики и методов обработки статистических данных по показателям надежности элементов, параметрам режимов, электрическим нагрузкам.

Вопросы для устного опроса:

1. Поясните случайные события в контексте электроэнергетики их влияние на надежность электрических систем.
2. Дайте понятие случайной величины и приведите примеры случайных величин, используемых в расчетах надежности электроэнергетических систем.
3. Как применяется теория вероятностей для оценки надежности схем электрических соединений?
4. Что представляет собой функция распределения вероятностей и как она используется при анализе надежности элементов электроэнергетики?
5. Объясните понятие математического ожидания и дисперсии случайной величины и их значение в расчетах надежности.
6. Как осуществляется обработка статистических данных по показателям надежности элементов с использованием методов математической статистики?
7. Как статистические методы применяются для анализа электрических нагрузок и их прогнозирования?
8. Опишите процесс формирования и обработки выборки данных для оценки надежности элементов электроэнергетической системы.
9. Объясните, как неполнота статистических данных влияет на точность расчетов надежности и какие методы используются для ее учета.
10. Как методы регрессионного анализа применяются при обработке статистических данных по показателям надежности и нагрузкам?

Вопросы для самостоятельной работы:

Понятия и методы расчета интегральных характеристик режимов в сложных электроэнергетических системах.

1. Что понимается под интегральными характеристиками режимов в сложных электроэнергетических системах, какие из них являются наиболее важными для оценки работы системы?
2. Объясните понятие баланса активной и реактивной мощности в электроэнергетических системах и его значение для расчета интегральных характеристик режима.
3. Как рассчитываются потери мощности в элементах электрической сети и почему они важны при анализе интегральных характеристик режима?
4. Как методы математического моделирования и симуляции помогают в расчете интегральных характеристик режимов сложных электроэнергетических систем?
5. Методах расчета переходных процессов в ЭЭС и их влиянии на интегральные характеристики режима.

Практическое занятие. Интегральные критерии качества электроэнергии, их применение в практике эксплуатации ЭЭС.

Цель занятия. Изучить интегральные критерии качества электроэнергии, освоить методы их расчёта и применения в практике эксплуатации электроэнергетических систем.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Интегральные критерии качества электроэнергии, их параметры.
2. Объясните понятие общего коэффициента гармонических искажений напряжения и тока, его расчет и влияние на работу электрооборудования.
3. Опишите методы контроля и оценки кратковременных перенапряжений и провалов (скачков) напряжения в ЭЭС.
4. Какие источники высших гармоник существуют в электрических сетях и как они влияют на интегральные критерии качества электроэнергии?
5. Как изменение нагрузок в пиковые и межпиковые периоды отражается на интегральных показателях качества электроэнергии?

Вопросы для самостоятельной работы:

Понятие о простейшем стационарном процессе, моделирования процессов отказов и восстановлений элементов и схем в электроэнергетике.

1. Что такое простейший стационарный процесс в контексте моделирования отказов и восстановлений в электроэнергетике?

2. Объясните основные свойства простейшего стационарного процесса и его математическое описание.
3. Опишите предположения, лежащие в основе модели простейшего стационарного процесса и их применимость к реальным процессам отказов и восстановлений.
4. Какое влияние оказывают процессы отказов и восстановлений на показатели надежности электроэнергетической системы, такие как вероятность безотказной работы.
5. Как моделирование отказов и восстановлений влияет на оценку рисков и принятие решений в управлении электроэнергетическими системами.

Практическое занятие. Метод статистических испытаний «Монте-Карло», его применение для решения энергетических задач.

Цель занятия. Изучить метод статистических испытаний «Монте-Карло», приобрести практические навыки моделирования случайных процессов и неопределенностей, характерных для ЭЭС.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Что такое метод Монте-Карло, в чем заключаются его основные принципы?
2. Какие этапы включает в себя применение метода Монте-Карло для решения задач?
3. Как метод Монте-Карло применяется для оценки надежности энергетических систем и расчёта вероятности отказов оборудования?
4. Как метод Монте-Карло используется для моделирования сценариев аварийных ситуаций в энергосистемах и оценки их последствий?
5. Объясните роль метода Монте-Карло в современных исследованиях и разработках в области энергетической безопасности и устойчивого развития энергетики.

Вопросы для самостоятельной работы:

Общий обзор проблемы моделирования, основы теории подобия. Полное и неполное подобие. Точность подобия.

1. Что представляет собой проблема моделирования в технических и научных исследованиях, какие цели преследует моделирование?
2. Что такое теория подобия, какое значение она имеет в контексте моделирования физических процессов и систем?
3. Объясните понятия полного и неполного подобия, какие условия необходимы для их обеспечения в моделях?
4. Объясните, какие проблемы могут возникнуть при неполном подобии? Их влияние на результаты моделирования.
5. Преимущества и недостатки использования физических моделей по сравнению с компьютерными симуляциями с точки зрения теории подобия.

Практическое занятие. Практические критерии подобия различных явлений, изучаемых в технике. Подобие электрических цепей.

Цель занятия. Приобрести навыки использования методов подобия при решении инженерных задач, связанных с масштабированием, моделированием и оптимизацией электротехнических устройств и систем.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Что такое критерии подобия в инженерии, для чего они используются при изучении различных физических явлений?
2. Какие основные предпосылки и условия необходимы для обеспечения подобия между физическими моделями и реальными системами?
3. Объясните, как принципы подобия применяются для масштабирования моделей в экспериментальных исследованиях и испытаниях.
4. Приведите пример применения критериев подобия при проектировании трансформаторов разной мощности и размеров.
5. Какие сложности и ограничения могут возникнуть при использовании критериев подобия в электротехнических задачах?

Вопросы для самостоятельной работы:

Физическое и имитационное моделирование процессов в электроэнергетических системах. Расчетные модели, имитационные модели, физические или динамические модели электроэнергетических систем.

1. Что такое физическое моделирование в контексте электроэнергетических систем? Приведите примеры и области применения физических моделей.
2. Объясните понятие имитационного моделирования электроэнергетических процессов. Его отличие от физического моделирования, преимущества.
3. Расчетные модели электроэнергетических систем, их использование для анализа режимов работы и состояний системы.
4. Сравните расчетные модели, имитационные модели и физические модели электроэнергетических систем по их характеристикам и применению.
5. Каким образом имитационные модели помогают в оптимизации работы электроэнергетических систем и принятии оперативных решений?

Расчеты режимов работы электростанций, сетей и систем с применением ЭВМ. Области применения и возможности ЭВМ при анализе режимов работы ЭЭС.

1. Какие задачи решаются при расчетах режимов работы электростанций и электрических сетей с использованием ЭВМ? Преимущества по сравнению с ручными вычислениями.
2. Опишите основные математические модели, используемые для анализа режимов энергосистем на ЭВМ.
3. Как выполняется моделирование переходных процессов в энергосистемах с применением ЭВМ, какие численные методы при этом используются?
4. Каким образом ЭВМ используются для проведения сценарного анализа и оценки рисков в энергосистемах?
5. Рассмотрите перспективы развития вычислительных технологий и их влияние на будущее расчетов режимов работы энергосистем. Какие инновации ожидаются в этой области?

Практическое занятие. Основные алгоритмы расчетов режимов работы и устойчивости ЭЭС с применением ЭВМ.

Цель занятия. Изучить основные алгоритмы расчетов режимов работы и устойчивости электроэнергетических систем с применением ЭВМ, приобрести практические навыки использования компьютерных методов и программных средств для анализа установившихся и переходных режимов ЭЭС.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Какие задачи решаются при расчете режимов работы электроэнергетических систем с использованием ЭВМ, почему их применение необходимо в современной электроэнергетике?
2. Модель эквивалентной схемы замещения ЭЭС, ее использование в алгоритмах расчета режимов работы на ЭВМ.

3. Каким образом современные программные комплексы реализуют алгоритмы расчета режимов и устойчивости ЭЭС? Какие модули и функции они предлагают?

4. Какие исходные данные необходимы для выполнения расчетов режимов работы и устойчивости ЭЭС на ЭВМ?

5. Опишите подходы к оптимизации режимов работы ЭЭС с использованием методов математического программирования и ЭВМ. Как они помогают снизить потери энергии и повысить экономичность работы системы?

Проведение промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов на зачете во втором семестре

1. Современное состояние электроэнергетических систем и их особенности.
2. Классификация электрических сетей.
3. Регулирование параметров режимов электрических сетей.
4. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах.
5. Проектирование электрических сетей, общие подходы, основные задачи.
6. Проектирование электрических сетей.
7. Основные параметры, характеризующие протяженные линии электропередачи.
8. Продольные и поперечные параметры линии электропередачи, их использование в моделировании.
9. Учет влияния окружающей среды при моделировании линий электропередачи.
10. Использование программного комплекса MATLAB для моделирования протяженных линий электропередачи.
11. Принцип решения системы нелинейных уравнений узловых напряжений методом простой итерации.
12. Принцип решения системы нелинейных уравнений узловых напряжений методом ускоренной итерации.
13. Преимущества и недостатки линий с двусторонним питанием.
14. Основные схемы построения замкнутых электрических сетей.
15. Требования к допустимым отклонениям напряжений в нормальном и аварийном режимах работы линии с двусторонним питанием.
16. Разомкнутая электрическая сеть и ее основные характеристики.
17. Преимущества и недостатки разомкнутых электрических сетей по сравнению с замкнутыми.
18. Способы уменьшения потерь электрической энергии в линиях.
19. Виды потерь электрической энергии в линиях электропередачи.
20. Выбор конфигурации и номинального напряжения ЭЭС.
21. Тенденции и перспективы развития электроэнергетических систем.
22. Основные показатели экономической эффективности при оценке проектов в области электроснабжения.
23. Расчет капитальных затрат на строительство линий электропередачи и подстанций, факторы, влияющие на их величину.
24. Основные этапы проектирования электрических сетей.
25. Выбор рациональных средств повышения экономичности режимов работы ЭЭС.

Примерный перечень вопросов на зачете в третьем семестре

1. Электрические станции как элементы энергосистем.
2. Особенности технологического процесса функционирования электрических станций различного типа.
3. Параметры графиков нагрузки.
4. Участие электростанций разных типов в производстве электроэнергии.
5. Тепловые электростанции.
6. Паротурбинные конденсационные станции.
7. Паротурбинные теплофикационные электростанции (ТЭЦ).
8. Газотурбинные станции (ГТУ).
9. Атомные электростанции.
10. Гидроэлектростанции.
11. Основные характеристики синхронного генератора, их влияние на его работу в энергосистеме.
12. Роль системы возбуждения синхронного генератора. Типы систем возбуждения, их особенности.
13. Процессы, происходящие при коротких замыканиях в сети с синхронными генераторами.
14. Системы автоматического регулирования и защиты синхронных генераторов.
15. Номинальные параметры трансформаторов.
16. Схемы и группы соединения обмоток трансформаторов.
17. Системы охлаждения силовых трансформаторов.
18. Автотрансформаторы.
19. Регулирование напряжения трансформаторов.
20. Динамическое действие токов короткого замыкания.
21. Термическое действие токов короткого замыкания.
22. Электрооборудование распределительных устройств электростанций и подстанций.
23. Выбор оборудования РУ высшего, среднего и низшего напряжения подстанции.
24. Главные схемы распределительных устройств электростанций и подстанций.
25. Диагностика электрооборудования распределительных устройств.

Примерный перечень вопросов на зачете в четвертом семестре

1. Общая характеристика систем электроснабжения.
2. Формирование расчетных нагрузок систем электроснабжения.
3. Требования к электрическим схемам систем электроснабжения.
4. Методы определения расчетных электрических нагрузок.
5. Потери электроэнергии в системах электроснабжения.
6. Методы и средства снижения потерь электроэнергии.
7. Компенсация реактивных нагрузок.
8. Методы и средства снижения потерь электроэнергии в системах электроснабжения.
9. Режим нейтрали в сетях до 1 кВ и выше 1 кВ. Причины нормирования однофазных токов замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью.
10. Электроснабжение городов.

11. Уровни напряжения в городских электрических распределительных сетях.
 12. Интеграция возобновляемых источников энергии в городские электрические сети.
 13. Электроснабжение промышленных предприятий.
 14. Требования, предъявляемые к электроснабжению промышленных предприятий.
 15. Категории надежности электроснабжения промышленных предприятий.
 16. Трансформаторных подстанции на промышленных предприятиях.
 17. Интеграция собственных источников генерации в систему электроснабжения предприятия.
 18. Основные принципы проектирования систем электроснабжения городов и промышленных предприятий.
 19. Этапы проектирования систем электроснабжения, исходные данные.
 20. Необходимости глубоких вводов в городах и на промышленных предприятиях.
 21. Схемы заземления и молниезащиты промышленного объекта.
 22. Нормативно-технические документы и стандарты при проектировании системы электроснабжения промышленного объекта.
 23. Основные отклонения напряжения в электрических сетях: длительные и кратковременные понижения и повышения напряжения, провалы и перенапряжения.
 24. Гармонических искажения в системах электроснабжения.
 25. Несинусоидальность токов и напряжений в системах электроснабжения.
- Примерный перечень вопросов на зачете в пятом семестре
1. Определение переходного процесса, его основные причины его возникновения.
 2. Электроэнергетические, электромеханические и электромагнитные переходные процессы.
 3. Анализ переходных процессов в ЭЭС. Методы математического моделирования и численного решения дифференциальных уравнений.
 4. Основные характеристики элементов ЭЭС и их математические модели, используемые при исследовании переходных процессов.
 5. Виды возмущений, вызывающих переходные процессы в ЭЭС.
 6. Механизмы возникновения коммутационных и атмосферных перенапряжений.
 7. Процессы, происходящие при коротком замыкании в сети.
 8. Общие уравнения, описывающие переходные процессы.
 9. Основные программные средства и их возможности в анализе переходных процессов.
 10. Влияние нагрузки с нелинейными характеристиками на переходные процессы.
 11. Современная теория устойчивости.
 12. Современная теория устойчивости.
 13. Критерии статической устойчивости.
 14. Методы, используемые для повышения статической устойчивости энергосистем.
 15. Регулирование возбуждения генераторов как метод поддержания устойчивости системы.
 16. Статическая устойчивость в электроэнергетических системах.
 17. Переходные процессы в узлах нагрузки при малых возмущениях.
 18. Переходные процессы в узлах нагрузки при больших возмущениях.
 19. Причины возникновения переходных процессов в узлах нагрузки.
 20. Динамическая устойчивость ЭЭС.
 21. Основные причины нарушения динамической устойчивости в ЭЭС.
 22. Процесс развития динамической неустойчивости в ЭЭС после крупного возмущения.
 23. Мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в ЭЭС.
 24. Особенности переходных процессов и вопросы устойчивости в электроэнергетических системах, объединенных слабыми связями.
 25. Использование синхронных компенсаторов для повышения устойчивости системы.
- Примерный перечень вопросов на зачете в шестом семестре
1. Программно-технические комплексы автоматических и автоматизированных систем управления.
 2. Иерархические структуры систем управления.
 3. Терминалы релейной защиты и противоаварийной автоматики.
 4. Ближнее и дальнее резервирование.
 5. Работа при разных видах повреждений.
 6. Первичные и вторичные измерительные преобразователи электрических величин.
 7. Цепи вторичной коммутации энергетических объектов.
 8. Критерии оценки надежности систем релейной защиты и противоаварийной автоматики.
 9. Классифицируются отказных состояний в системах релейной защиты и противоаварийной автоматики.
 10. Методы повышения надежности функционирования систем релейной защиты и противоаварийной автоматики.
 11. Требования к надежности систем релейной защиты и противоаварийной автоматики.
 12. Системы оперативного тока их роль в электроэнергетических установках.
 13. Требования, предъявляемые к источникам оперативного тока на подстанциях и электростанциях.
 14. Основные принципы построения схем систем оперативного тока.
 15. Виды систем оперативного тока, их основные отличия.
 16. Принцип работы дифференциальной защиты генераторов и трансформаторов. Преимущества дифференциальной защиты.
 17. Виды релейных защит силовых трансформаторов от перегрузок и коротких замыканий.
 18. Принцип действия продольной и поперечной дифференциальной защиты шин.
 19. Особенности релейной защиты кабельных и воздушными линиями электропередачи.
 20. Системы релейной защиты и противоаварийной автоматики с каналами связи.
 21. Автоматические переключения в электроэнергетических системах.
 22. Принцип работы автоматического включения резерва.
 23. Автоматическое повторное включение линий электропередачи.

24. Автоматическое регулирование напряжения.
25. Автоматическое регулирование частоты.

Вопросы для подготовки к кандидатскому экзамену:

1. Основные сведения об истории развития энергетики.
2. Особенности развития энергетики в условиях рыночной экономики.
3. Электрические сети, потребители электроэнергии как элементы энергосистем.
4. Иерархическое построение энергосистем.
5. Методы прогнозирования развития электроэнергетических систем.
6. Основные типы задач развития энергосистем. Методы прогнозирования их развития.
7. Модели оптимального развития энергосистем.
8. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах, электрических сетях.
9. Итерационные методы расчета установившихся режимов электроэнергетических систем.
10. Режимы заземления нейтралей в сетях различного напряжения.
11. Характеристики и параметры элементов электрической сети.
12. Регулирование режимов электрических сетей.
13. Методы оптимизации режимов работы электроэнергетических систем.
14. Проектирования электрических сетей, выбор их основных параметров при проектировании.
15. Выбор схемы развития электрической сети.
16. Расчет режимов дальних линий электропередачи.
17. Методы и средства увеличения пропускной способности дальних линий электропередачи.
18. Виды возмущений, вызывающих переходные процессы в электроэнергетических системах.
19. Управление потоками активной и реактивной мощности в электрических сетях.
20. Причины, вызывающие переходные процессы в электроэнергетических системах.
21. Математические модели, используемые при исследовании переходных процессов в электроэнергетических системах.
22. Особые режимы работы электроэнергетических систем.
23. Потери электроэнергии в распределительных сетях.
24. Электрические станции как элементы энергосистем.
25. Типы графиков электрических нагрузок, расчет их основных показателей.
26. Регулирование графиков нагрузки электрических станций.
27. Влияние роста единичной мощности генераторов, силовых трансформаторов на построение схем электрических электростанций.
28. Режимы работы силовых трансформаторов и автотрансформаторов на электростанциях и подстанциях.
29. Особенности технологического процесса функционирования электрических станций различного типа.
30. Влияние роста единичной мощности генераторов, силовых трансформаторов на построение схем электрических соединений электростанций.
31. Особенности структуры главных схем и схем собственных нужд электростанций различного типа.
32. Компоновка электрических станций и подстанций.
33. Проектирование главной электрической схемы электростанции.
34. Проектирование электроустановок собственных нужд электростанции.
35. Методы и средства ограничения токов короткого замыкания.
36. Обоснование необходимости глубоких вводов в городах и на промышленных предприятиях.
37. Потери электроэнергии в системах электроснабжения, структура потерь.
38. Компенсация реактивных нагрузок.
39. Принципы размещения компенсирующих устройств в распределительных сетях промышленных предприятий.
40. Принципы формирования расчетной нагрузки в городской сети и сети промышленного предприятия.
41. Методы и средства обеспечения надежности систем электроснабжения.
42. Качество электроэнергии в системах электроснабжения.
43. Методы расчета нормируемых показателей качества электроэнергии.
44. Способы и средства определения электромагнитной обстановки и обеспечения электромагнитной совместимости технических средств в системах электроснабжения.
45. Работа релейной защиты и противоаварийной автоматики при разных видах повреждений.
46. Критерии оценки и способы обеспечения надежности функционирования систем релейной защиты и средств противоаварийной автоматики.
47. Системы релейной защиты и противоаварийной автоматики с каналами связи.
48. Автоматические переключения в электроэнергетических системах.
49. Защита линий электропередачи с малым током замыкания на землю.
50. Микропроцессорные средства и их применение в устройствах защит на электрических станциях, в электрических сетях, системах электроснабжения.

5.2. Темы письменных работ

Примеры заданий для контрольной работы во втором семестре.

Вариант 1

1. Основные схемы построения замкнутых электрических сетей.
2. Задачи и методы оптимизации потерь мощности в распределительных сетях.

Вариант 2

1. Определение распределения токов или мощностей в линии с двусторонним питанием.
2. Тенденции и перспективы развития электроэнергетических систем.

Вариант 3

1. Методы для расчета установившихся режимов сложнзамкнутых сетей.
2. Цели и задачи проектирования развития электроэнергетической сети.

<p>Вариант 4</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные направления повышения эффективности математического обеспечения в электроэнергетике. 2. Структура и подсистемы электроэнергетических систем. <p>Примеры заданий для контрольной работы в третьем семестре.</p> <p>Вариант 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Электрические станции как элементы энергосистем. 2. Характеристика систем электроснабжения. <p>Вариант 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Режимы работы силовых трансформаторов и автотрансформаторов на электростанциях и подстанциях. 2. Различия в структурах систем электроснабжения городов и промышленных предприятий. <p>Примеры заданий для контрольной работы в четвертом семестре.</p> <p>Вариант 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Компоновка электрических станций и подстанций. 2. Оптимизация схем и режимов электроснабжения. <p>Вариант 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Регулирование графиков нагрузки электрических станций. 2. Режимы работы нейтрали в системах электроснабжения. <p>Примеры заданий для контрольной работы в пятом семестре.</p> <p>Вариант 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Причины, вызывающие переходные процессы в электроэнергетических системах. 2. Релейная защита синхронных генераторов. <p>Вариант 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Переходные процессы при коротких замыканиях в длинных линиях электропередачи. 2. Релейная защита воздушных и кабельных линий электропередачи с различными способами заземления нейтрали. <p>Примеры заданий для контрольной работы в шестом семестре.</p> <p>Вариант 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Протекание переходных процессов во времени при больших и малых возмущениях. 2. Ближнее и дальнее резервирование. <p>Вариант 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в ЭЭС. 2. Релейная защита силовых трансформаторов. <p>Примеры заданий для контрольной работы в седьмом семестре.</p> <p>Вариант 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Потери мощности на корону с типовыми конструкциями фаз. 2. Случайной величины в расчетах надежности электроэнергетических систем. <p>Вариант 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Удельные потери мощности от токов утечки по изоляторам воздушной линии. 2. Применение теории вероятностей для оценки надежности схем электрических соединений. <p>Вариант 3</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Пути повышения качества функционирования линий электропередачи. 2. Математическое ожидание и дисперсия случайной величины в расчетах надежности. <p>Вариант 4</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Силовые фильтры высших гармоник. 2. Применение статистических методов для анализа электрических нагрузок и их прогнозирования.
--

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

6.1. Рекомендуемая литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство, год	Кол-во
Л1.1	Кудрин Б. И.	Электроснабжение: учебник	Москва : Издательский центр "Академия", 2012.	5
Л1.2	Лыкин А. В.	Электроэнергетические системы и сети: учебник для вузов	Москва : Юрайт, 2025. https://urait.ru/bcode/561003	1
Л1.3	Буров В.Д., Дорохов Е.В., Елизаров Д.П.	Тепловые электрические станции: учебник	Москва : МЭИ, 2020. https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN_N9785383014202.html	1
Л1.4	Конюхова Е.А.	Электроснабжение: учебник	Москва : МЭИ, 2019. https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN_N9785383012505.html	1
Л1.5	Дьяков А.Ф., Овчаренко Н.И.	Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем: учебное пособие	Москва: МЭИ, 2017. https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011614.html	1
Л1.6	Филиппова Т.А., Сидоркин Ю.М., Русина А.Г.	Оптимизация режимов электростанций и энергосистем: учебник	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. https://www.iprbookshop.ru/91287.html	1

Л1.7	Лыкин А. В.	Математическое моделирование электрических систем и их элементов: учебное пособие	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. http://www.iprbookshop.ru/45384	1
Л1.8	Лыкин А.В.	Электроснабжение и повышение энергетической эффективности в электрических сетях: учебное пособие	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2013. https://znanium.com/catalog/document?id=286977	1
Л1.9	Агафонов А.И., Бростилова Т.Ю., Джазовский Н.Б.	Современная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем: учебное пособие	Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. https://znanium.ru/catalog/document?id=470241	1
Л1.10	Ершов А.М.	Релейная защита в системах электроснабжения напряжением 0,38-110 кВ: учебное пособие	Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. https://www.iprbookshop.ru/144693.html	1

6.2. Электронно-библиотечные системы

Э1	ЭБС Znanium.ru http://new.znanium.ru/
Э2	ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/
Э3	ЭБС IPR SMART (IPRbooks) http://www.iprbookshop.ru/
Э4	ЭБС «Юрайт» https://urait.ru/
Э5	ЭБС «Консультант студента» https://www.studentlibrary.ru/

6.3 Информационные, информационно-справочные системы

6.3.1	Гарант – справочная правовая система по законодательству Российской Федерации http://www.garant.ru https://biblio.surgu.ru/ru/pages/resursi/bd/lan/grt/
6.3.2	КонсультантПлюс – справочная правовая система http://www.consultant.ru https://biblio.surgu.ru/ru/pages/resursi/bd/lan/cons/

6.4. Базы данных

В локальной сети <https://biblio.surgu.ru/ru/pages/resursi/bd/lan/>

6.4.1	Электронная библиотека СурГУ https://elib.surgu.ru
6.4.2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU http://www.elibrary.ru
6.4.3	Евразийская патентная информационная система (ЕАПАТИС) http://www.eapatis.com
6.4.4	Math-Net.Ru https://biblio.surgu.ru/ru/pages/resursi/bd/lan/math/
6.4.5	Национальная электронная библиотека (НЭБ) https://rusneb.ru/
6.4.6	База данных периодических изданий «ИВИС» https://eivis.ru

В свободном доступе сети Интернет

6.4.7	Официальный сайт ВАК Минобрнауки РФ http://vak.ed.gov.ru/
6.4.8	Официальный сайт российского фонда фундаментальных исследований https://www.rfbr.ru/rffi/ru/
6.4.9	Официальный сайт Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации https://vak.minobrnauki.gov.ru/

6.5. Перечень программного обеспечения

6.5.1	Операционная система Microsoft Windows, пакет прикладных программ Microsoft Office.
6.5.2	Пакет прикладных программ Microsoft Desktop School, MATLAB, AutoDesk AutoCAD.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Учебные аудитории Университета для проведения индивидуальных консультаций с научным руководителем, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены: комплект специализированной учебной мебели, маркерная (меловая) доска, комплект переносного мультимедийного оборудования - компьютер, проектор, проекционный экран, компьютеры с возможностью выхода в Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду.
7.2	Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационную образовательную среду СурГУ:
	350, 351 Зал социально-гуманитарной и художественной литературы
	442 Зал естественно-научной и технической литературы.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические рекомендации по проведению основных видов учебных занятий

При изучении дисциплины используются следующие основные методы и средства обучения, направленные на повышение качества подготовки аспирантов путем развития у аспирантов творческих способностей и самостоятельности:

- Контекстное обучение – мотивация аспирантов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретными знаниями и его применением.

- Проблемное обучение – стимулирование аспирантов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

- Обучение на основе опыта – активизация познавательной деятельности аспиранта за счет ассоциации и собственного опыта с предметом изучения.

- Индивидуальное обучение – выстраивание аспирантами собственной образовательной траектории на основе формирования индивидуальной программы с учетом интересов аспирантов.

Междисциплинарное обучение – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.

Лекции являются одним из основных методов обучения по дисциплинам, направленным на подготовку к кандидатскому экзамену, которые должны решать следующие задачи:

- изложить основной материал программы курса;
- развить у аспирантов потребность к самостоятельной работе с учебной и научной литературой.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Содержание лекций определяется рабочей программой курса. Привлечение графического и табличного материала на лекции позволит более объемно изложить материал.

Целью практических занятий является:

- закрепление теоретического материала, рассмотренного аспирантами самостоятельно;
- проверка уровня понимания аспирантами вопросов, рассмотренных самостоятельно по учебной литературе, степени и качества усвоения материала аспирантами;
- восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса и оказание помощи в его усвоении.

В начале очередного занятия необходимо сформулировать цель, поставить задачи. Аспиранты выполняют задания, а преподаватель контролирует ход их выполнения путем устного опроса, проверки практических заданий.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы аспирантов

Целью самостоятельной работы аспирантов является формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

Методические рекомендации призваны помочь аспирантам организовать самостоятельную работу при изучении курса: с материалами лекций, практических занятий, литературы по общим и специальным вопросам технических наук.

Задачами самостоятельной работы аспиранта являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на практических и лабораторных занятиях, при написании научно- квалификационной работы, для эффективной подготовки к зачетам и экзамену.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется аспирантом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными видами самостоятельной работы аспиранта без участия преподавателя являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по темам занятий;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.

Самостоятельная работа аспирантов осуществляется в следующих формах:

- подготовка к практическим занятиям,
- изучение дополнительной литературы и подготовка ответов на вопросы для самостоятельного изучения.

1) Подготовка к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям аспирантам необходимо ориентироваться на вопросы, вынесенные на обсуждение. На занятиях проводятся опросы, тестирование, разбор конкретных ситуаций, с активным обсуждением вопросов с целью эффективного усвоения материала в рамках предложенной темы, выработки умений и навыков в профессиональной деятельности, а также в области ведения переговоров, дискуссий, обмена информацией, грамотной постановки задач, формулирования проблем, обоснованных предложений по их решению и аргументированных выводов.

2) Изучение рекомендованной литературы при подготовке к практическим занятиям.

В целях эффективного и полноценного проведения таких мероприятий аспиранты должны тщательно подготовиться к вопросам занятия. Положительно оценивается, если аспирант самостоятельно организует поиск необходимой информации с использованием периодических изданий, информационных ресурсов сети интернет и баз данных специальных программных продуктов.

Самостоятельная работа аспирантов должна опираться на сформированные навыки и умения, приобретенные во время прохождения других курсов. Составляющим компонентом его работы должно стать творчество. В связи с этим рекомендуется:

1. Начинать подготовку к занятию со знакомства с опубликованными законодательно-правовыми документами.
2. Обратит внимание на структуру, композицию, язык документа, время и историю его появления.
3. Определить основные идеи, принципы, тезисы, заложенные в документ.

4. Выяснить, какой сюжет, часть изучаемой проблемы позволяет осветить проанализированный источник.

5. Провести работу с неизвестными терминами и понятиями, для чего использовать словари терминов, энциклопедические словари, словари иностранных слов и др.

Затем необходимо ознакомиться с библиографией темы и вопроса, выбрать доступные издания из списка литературы, рекомендованной к лекциям и практике. Рекомендованные списки могут быть дополнены, использовать справочную литературу. Поиск можно продолжить, изучив примечания и сноски в имеющихся монографиях, статьях. Работая с литературой по теме занятия, делать выписки текста, содержащего характеристику или комментарий источника. После чего вернуться к тексту документа (желательно полному) и провести его анализ в контексте изученной исследовательской литературы.

Возникающие на каждом этапе работы мысли следует записывать. Анализ документа следует сделать составной частью проработки вопросов семинара и выступления аспиранта на занятии. Общее знание проблемы, обсуждаемой на занятии, должно сочетаться с глубоким знанием источников. Следует составить сложный план, схему ответа на каждый вопрос плана занятия.

Методические рекомендации по проведению контрольной работы

- 1) готовясь к контрольной работе аспирант должен выполнить все текущие практические задания;
- 2) во время выполнения контрольной работы аспирант получает задание, состоящее из нескольких отдельных вопросов, рассчитанное на два часа учебного времени.

Проведение промежуточной аттестации по дисциплине

Методические рекомендации по подготовке к зачету

Подготовка к зачету является важным этапом в образовательном процессе аспирантов. Эффективная подготовка поможет не только успешно сдать зачет, но и укрепить знания по дисциплине, что особенно важно для научно-исследовательской деятельности.

Начинать подготовку необходимо с планирования, для чего необходимо изучить программу курса и определить темы, которые будут включены в зачет, ознакомиться с расписанием зачетов и составить план подготовки.

Для изучения и систематизации материала необходимо:

- пересмотреть записи лекций и практических занятий;
- прочитать рекомендованные учебники, монографии и статьи по темам зачета;
- для актуализации знаний изучить современные исследования и публикации по темам зачета;
- выписывать ключевые понятия, определения и термины.

Необходимо посетить все доступные консультации, задавать вопросы по непонятным темам. Во время зачета тщательно прочитать все вопросы или задания, чтобы правильно их понять. Перед началом ответа необходимо кратко наметить структуру своего ответа, излагать мысли нужно последовательно, подкреплять их аргументами и примерами.

Формой промежуточной аттестации освоения дисциплины является экзамен. Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются по 4-балльной шкале с оценками: «отлично»; «хорошо»; «удовлетворительно»; «неудовлетворительно».

Методические рекомендации по подготовке к кандидатскому экзамену

Организация и проведение кандидатских экзаменов в СурГУ регламентируется следующими документами: постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 «О порядке присуждения ученых степеней», приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.03.2014 г. №247 «Порядок прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечень», СТО-2.12.11 «Порядок проведения кандидатских экзаменов».

Кандидатский экзамен является формой промежуточной аттестации аспирантов и лиц, прикрепленных для сдачи кандидатских экзаменов без освоения основных профессиональных образовательных программ высшего образования подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, их сдача обязательна для присуждения ученой степени кандидата наук.

Кандидатский экзамен ставит целью установить глубину профессиональных знаний соискателя ученой степени кандидата технических наук, уровень подготовленности к самостоятельной научно-исследовательской работе.

К экзамену допускаются аспиранты, не имеющие задолженности по дисциплине на момент сдачи экзамена. Аспирант, не сдавший кандидатский экзамен по специальности, считается незавершившим обучение в аспирантуре.

Экзамен по специальности включает обсуждение двух теоретических вопросов и собеседование по теме диссертации (третий вопрос) в соответствии с программой кандидатского экзамена, утверждённой проректором по учебно-методической работе СурГУ.

Для успешной сдачи экзамена аспиранту необходимо выполнить несколько требований:

- 1) регулярно посещать аудиторные занятия по дисциплине; пропуск занятий не допускается без уважительной причины;
- 2) в случае пропуска занятия аспирант должен быть готов ответить на экзамене на вопросы преподавателя, взятые из пропущенной темы;
- 3) аспирант должен точно в срок сдавать письменные работы на проверку и к следующему занятию удостовериться, что они зачтены;
- 4) готовясь к очередному занятию по дисциплине, аспирант должен прочитать соответствующие разделы в учебниках, учебных пособиях, монографиях и пр., рекомендованных преподавателем в программе дисциплины, и быть готовым продемонстрировать свои знания; каждое участие аспиранта в обсуждении материала на практических занятиях отмечается преподавателем и учитывается при ответе на экзамене.