Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Электрических станций, сетей и систем (139)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры электрических станций, сетей и систем
Протокол №7 от 10 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ»

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Электрические станции

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Акишин Леонид Александрович Дата подписания: 16.05.2025	Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Федосов Денис Сергеевич Дата подписания: 17.05.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКР-2 Способность к оформлению технической документации на различных стадиях разработки проекта объекта профессиональной деятельности	ПКР-2.4
ПКС-1 Способность анализировать и принимать технические решения по перевооружению и реконструкции электрических станций и электроэнергетических систем	ПКС-1.4

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКР-2.4	Составляет схемы замещения для расчётных электрических схем, выполняет расчёты установившихся режимов работы электроэнергетических систем, выполняет разработку проекта электрической сети, разрабатывает графическую часть проектной документации	**Знать** конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий электропередачи; схемы электроэнергетических систем и сетей; **Уметь** применять, эксплуатировать и производить выбор оборудования электроэнергетических систем и сетей **Владеть** методами расчета переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях; методами расчета, проектирования и конструирования электроэнергетических систем
ПКС-1.4	Анализирует типовые технические решения по конфигурации, структуре и составу электрооборудования электроэнергетических сетей и систем, принимает новые технические решения по строительству, реконструкции и перевооружению электрических сетей и систем	**Знать** схемы электроэнергетических систем и сетей; конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий электропередачи **Уметь** применять, эксплуатировать и производить выбор оборудования электроэнергетических систем и сетей **Владеть** методами анализа режимов работы электроэнергетических систем; методами расчета параметров электроэнергетических сетей

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины», «Математические задачи электроэнергетики»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Электроснабжение», «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах», «Качество электроэнергии в ЭЭС»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 5 ЗЕТ

Вид учебной работы	**Трудоемкость в академических часах** (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Учебный год № 3	Учебный год № 4
Общая трудоемкость дисциплины	180	36	144
Аудиторные занятия, в том числе:	26	2	24
лекции	12	2	10
лабораторные работы	6	0	6
практические/семинарские занятия	8	0	8
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	145	34	111
Трудоемкость промежуточной аттестации	9	0	9
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Экзамен, Курсовой проект		Экзамен, Курсовой проект

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение. Общие сведения об электроэнергетических системах и сетях	1	2					1, 2	34	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

Учебный год **№ 4**

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы	1	2			1	2	2, 3, 4	20	Устный опрос
2	Регулирование напряжения в электрических системах	2	2	2, 3	4			2, 3, 4	18	Устный опрос
3	Расчет установившихся режимов электрических сетей	3	2	1	2	2	2	4	10	Устный опрос
4	Технико-экономические расчеты в электрических сетях энергосистем	4	2					1, 2, 3, 4, 5	53	Устный опрос
5	Потери мощности и электроэнергии в электрической системе, мероприятия по их снижению	5	2			3, 4	4	4	10	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								9	Экзамен, Курсовой проект
	Всего		10		6		8		120	

4.2 **Краткое содержание разделов и тем занятий**

Учебный год № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение. Общие сведения об электроэнергетических системах и сетях	Определения энергосистемы, электрической системы и электрической сети. Элементы энергосистем и их характеристика. Технологические особенности энергосистем. Преимущества объединения электростанций в энергосистему. Электроустановки, их номинальные данные. Шкалы номинальных напряжений электроустановок. Классификация электрических сетей. Основные требования, предъявляемые к электрическим сетям.

Учебный год **№ 4**

№	Тема	Краткое содержание
1	Характеристики и	Схемы замещения линий электропередачи. Потери

	параметры элементов электроэнергетической системы	мощности в линиях электропередачи. Схемы замещения трансформаторов (двухобмоточных, трехобмоточных, с расщепленными обмотками низкого напряжения) и автотрансформаторов. Потери мощности в трансформаторах. Статические характеристики нагрузок потребителей. Задание нагрузок при расчетах режимов электрических сетей и систем. Представление генераторов при расчетах установившихся режимов.
2	Регулирование напряжения в электрических системах	Методы регулирования напряжения. Встречное регулирование напряжения. Регулирование напряжения на электростанциях. Регулирование напряжения на понижающих подстанциях. Регулирование напряжения изменением сопротивления сети. Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности. Определение допустимых потерь напряжения в распределительных сетях. Сравнение способов регулирования напряжения.
3	Расчет установившихся режимов электрических сетей	Расчет режима линии электропередачи при заданном токе нагрузки. Расчет режима линии электропередачи при заданной мощности нагрузки. Падение и потеря напряжения в линии. Расчет сети из двух последовательных линий при заданных мощностях нагрузки и напряжений в конце. Расчет разомкнутой сети (в два этапа) при заданных мощностях нагрузки и напряжения источника питания. Расчетные нагрузки подстанций. Определение напряжения на стороне низшего напряжения подстанций. Расчет сети с разными номинальными напряжениями. Допущения про расчете разомкнутых распределительных сетей Uном ≤ 35 кВ. Определение наибольшей потери напряжения. Расчет линии с равномерно распределенной нагрузкой. Распределение потоков мощности и напряжения в простых замкнутых сетях.
4	Технико-экономические расчеты в электрических сетях энергосистем	Задачи и методы проектирования электроэнергетических систем и сетей. Технико-экономические показатели. Технико-экономическое сравнение вариантов сети. Выбор вариантов сети с учетом надежности. Выбор номинального напряжения. Определение сечения проводов и кабелей по экономической плотности тока и экономическим интервалам. Особенности определения сечения линий в распределительных сетях по допустимой потере напряжения. Особенности выбора и проверки сечений в простых замкнутых сетях. Проверка сечения проводов и кабелей по условиям допустимого

		нагрева. Схемы электрических сетей.
5	Потери мощности и электроэнергии в электрической системе, мероприятия по их снижению	Общая характеристика проблемы расчета, анализа и снижения потерь. Основные понятия и определения. Структура потерь. Технические потери электроэнергии (условно-постоянные и переменные) в элементах электрических систем. Нормативные методы расчета переменных потерь и области их применения. Метод характерных суточных графиков нагрузок. Метод времени наибольших потерь. Классификация мероприятий по снижению потерь. Отключение трансформаторов в режимах малых нагрузок. Размыкание контуров электрической сети.

4.3 Перечень лабораторных работ

Учебный год № 4

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Расчет установившихся режимов электрических сетей с использованием специализированных ПВК	2
2	Регулирование напряжения на двухобмоточных трансформаторах с РПН	2
3	Регулирование напряжения с помощью компенсирующих устройств	2

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 4

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Параметры схемы замещения трансформаторов и потери мощности	2
2	Расчет установившегося режима электрической сети двух номинальных напряжений	2
3	Потери мощности и электроэнергии в электрической сети	2
4	Определение сечений проводов и жил кабелей местных сетей	2

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание реферата	14
2	Проработка разделов теоретического материала	20

Учебный год **№ 4**

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	25
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	14
3	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	12
4	Проработка разделов теоретического материала	50
5	Решение специальных задач	10

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: В ходе проведения лекций, практических и лабораторных работ используются следующие интерактивные методы обучения, например, дискуссия, проводимая в форме публичного обсуждения по поводу заданного спорного вопроса, проблемы.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

Электроэнергетические системы и сети : методические указания для практических занятий и курсового проектирования / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т; сост. Л. А. Акишин [и др.]. - Иркутск : ИРНИТУ, 2015. - 80 с. : ил.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Электроэнергетические системы и сети : методические указания для практических занятий и курсового проектирования / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т; сост. Л. А. Акишин [и др.]. - Иркутск : ИРНИТУ, 2015. - 80 с. : ил.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Электроэнергетические системы и сети : методические указания для лабораторных занятий / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т ; сост. Л. А. Акишин. - Иркутск : ИРНИТУ, 2018. - 48 с. : ил.

5.1.4 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Электроэнергетические системы и сети : методические указания для самостоятельной работы студентов / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т ; сост. Л. А. Акишин [и др.]. - Иркутск : ИРНИТУ, 2018. - 20 с. : ил.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 учебный год 3 | Устный опрос

Описание процедуры.

преподаватель проводит устный опрос индивидуально с каждым студентом на практических занятиях и лабораторных работах по текущим темам совместно с защитой отчетов по решенным задачам и лабораторным работам.
Вопросы для собеседования по темам:
Тема 1. Введение. Общие сведения об электроэнергетических системах и сетях.
1. Определения энергосистемы, электрической системы и электрической сети.
2. Элементы энергосистем и их характеристика.
3. Технологические особенности энергосистем.
4. Преимущества объединения электростанций в энергосистему.
5. Шкалы номинальных напряжений электроустановок.
6. Классификация электрических сетей.
7. Основные требования, предъявляемые к электрическим сетям.

Тема 3. Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы
1. Схемы замещения линий электропередачи.
2. Потери мощности в линиях электропередачи.
3. Схемы замещения трансформаторов (двухобмоточных, трехобмоточных, с расщепленными обмотками низкого напряжения) и автотрансформаторов.
4. Потери мощности в трансформаторах.
5. Задание нагрузок при расчетах режимов электрических сетей и систем.
6. Представление генераторов при расчетах установившихся режимов.

Тема 4. Расчет установившихся режимов электрических сетей
1. Расчет режима линии электропередачи при заданном токе нагрузки.
2. Расчет режима линии электропередачи при заданной мощности нагрузки.
3. Падение и потеря напряжения в линии.
4. Расчет сети из двух последовательных линий при заданных мощностях нагрузки и напряжений в конце.
5. Расчет разомкнутой сети (в два этапа) при заданных мощностях нагрузки и напряжения источника питания.
6. Расчетные нагрузки подстанций.
7. Определение напряжения на стороне низшего напряжения подстанций.
8. Расчет сети с разными номинальными напряжениями.
9. Допущения про расчете разомкнутых распределительных сетей Uном ≤ 35 кВ.
10. Определение наибольшей потери напряжения.
11. Расчет линии с равномерно распределенной нагрузкой.
12. Распределение потоков мощности и напряжения в простых замкнутых сетях.

Тема 5. Балансы мощностей в электрических системах
1. Баланс активной мощности и его связь с частотой.
2. Регулирование частоты вращения турбины.
3. Регулирование частоты в электрической системе.
4. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением.
5. Регулирующий эффект нагрузки.
6. Потребители реактивной мощности.
7. Выработка реактивной мощности на электростанциях.
8. Компенсация реактивной мощности.
9. Компенсирующие устройства.
10. Расстановка компенсирующих устройств.

Тема 6. Регулирование напряжения в электрических системах

1. Методы регулирования напряжения.
2. Встречное регулирование напряжения.
3. Регулирование напряжения на электростанциях.
4. Регулирование напряжения на понижающих подстанциях.
5. Регулирование напряжения изменением сопротивления сети.
6. Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности.
7. Определение допустимых потерь напряжения в распределительных сетях.
8. Сравнение способов регулирования напряжения.

Тема 7. Технико-экономические расчеты в электрических сетях энергосистем

1. Задачи и методы проектирования электроэнергетических систем и сетей.
2. Технико-экономические показатели.
3. Технико-экономическое сравнение вариантов сети.
4. Выбор вариантов сети с учетом надежности.
5. Выбор номинального напряжения.
6. Определение сечения проводов и кабелей по экономической плотности тока и экономическим интервалам.
7. Особенности определения сечения линий в распределительных сетях по допустимой потере напряжения.
8. Особенности выбора и проверки сечений в простых замкнутых сетях.
9. Проверка сечения проводов и кабелей по условиям допустимого нагрева.
10. Схемы электрических сетей.

Тема 8. Потери мощности и электроэнергии в электрической системе, мероприятия по их снижению

1. Общая характеристика проблемы расчета, анализа и снижения потерь.
2. Основные понятия и определения.
3. Структура потерь.
4. Технические потери электроэнергии (условно-постоянные и переменные) в элементах электрических систем.
5. Нормативные методы расчета переменных потерь и области их применения.
6. Метод характерных суточных графиков нагрузок.
7. Метод времени наибольших потерь.
8. Классификация мероприятий по снижению потерь.
9. Отключение трансформаторов в режимах малых нагрузок.
10. Размыкание контуров электрической сети.

Тема 9. Расчет воздушных линий на механическую прочность

1. Характеристика задач и исходных условий расчета конструктивной части линий.
2. Удельные механические нагрузки на провода и тросы.
3. Напряжение в материале провода и уравнение провода.
4. Напряжение провода при разных климатических условиях (уравнения состояния провода).
5. Критическая длина пролета.
6. Критическая температура.
7. Допустимые напряжения и расчет по среднегодовым условиям.
8. Особенности расчета напряжений по среднегодовым условиям.
9. Три критических пролета.

Тема 10. Особые режимы электрических систем

1. Общая характеристика особых режимов.

2. Несимметрия в электрических сетях и мероприятия по ее снижению.
3. Уравнения несимметричных режимов в фазных и симметричных координатах.
4. Уравнения узловых напряжений при несимметричных коротких замыканиях и в сложнонесимметричных режимах.
5. Симметрирование режима.
6. Несинусоидальность в электрических системах и мероприятия по ее снижению.
7. Расчет высших гармоник токов и напряжений.

Тема 11. Линии электропередачи сверхвысокого напряжения
1. Общая характеристика ЛЭП сверхвысокого напряжения.
2. Электрический расчет ЛЭП сверхвысокого напряжения.
3. Зависимость напряжения и передаваемой мощности от длины линии.
4. Повышение пропускной способности линии.
5. Линии постоянного тока.

Критерии оценивания.

в течение двух семестров преподаватель проводит устный опрос каждого обучающегося по каждой теме на практических занятиях и на лабораторных работах. На основании ответа на заданные один-два вопроса по теме и защите отчетов (по решенным задачам или по лабораторным работам по этой же теме) оценивается по двухбалльной системе текущая успеваемость по дисциплине. Оценки по текущей успеваемости учитываются при промежуточной аттестации.

6.1.2 учебный год 4 | Устный опрос

Описание процедуры.

преподаватель проводит устный опрос индивидуально с каждым студентом на практических занятиях и лабораторных работах по текущим темам совместно с защитой отчетов по решенным задачам и лабораторным работам.
Вопросы для собеседования по темам:
Тема 1. Введение. Общие сведения об электроэнергетических системах и сетях.
1. Определения энергосистемы, электрической системы и электрической сети.
2. Элементы энергосистем и их характеристика.
3. Технологические особенности энергосистем.
4. Преимущества объединения электростанций в энергосистему.
5. Шкалы номинальных напряжений электроустановок.
6. Классификация электрических сетей.
7. Основные требования, предъявляемые к электрическим сетям.

Тема 3. Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы
1. Схемы замещения линий электропередачи.
2. Потери мощности в линиях электропередачи.
3. Схемы замещения трансформаторов (двухобмоточных, трехобмоточных, с расщепленными обмотками низкого напряжения) и автотрансформаторов.
4. Потери мощности в трансформаторах.
5. Задание нагрузок при расчетах режимов электрических сетей и систем.
6. Представление генераторов при расчетах установившихся режимов.

Тема 4. Расчет установившихся режимов электрических сетей
1. Расчет режима линии электропередачи при заданном токе нагрузки.

2. Расчет режима линии электропередачи при заданной мощности нагрузки.
3. Падение и потеря напряжения в линии.
4. Расчет сети из двух последовательных линий при заданных мощностях нагрузки и напряжений в конце.
5. Расчет разомкнутой сети (в два этапа) при заданных мощностях нагрузки и напряжения источника питания.
6. Расчетные нагрузки подстанций.
7. Определение напряжения на стороне низшего напряжения подстанций.
8. Расчет сети с разными номинальными напряжениями.
9. Допущения про расчете разомкнутых распределительных сетей Uном ≤ 35 кВ.
10. Определение наибольшей потери напряжения.
11. Расчет линии с равномерно распределенной нагрузкой.
12. Распределение потоков мощности и напряжения в простых замкнутых сетях.

Тема 5. Балансы мощностей в электрических системах
1. Баланс активной мощности и его связь с частотой.
2. Регулирование частоты вращения турбины.
3. Регулирование частоты в электрической системе.
4. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением.
5. Регулирующий эффект нагрузки.
6. Потребители реактивной мощности.
7. Выработка реактивной мощности на электростанциях.
8. Компенсация реактивной мощности.
9. Компенсирующие устройства.
10. Расстановка компенсирующих устройств.

Тема 6. Регулирование напряжения в электрических системах
1. Методы регулирования напряжения.
2. Встречное регулирование напряжения.
3. Регулирование напряжения на электростанциях.
4. Регулирование напряжения на понижающих подстанциях.
5. Регулирование напряжения изменением сопротивления сети.
6. Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности.
7. Определение допустимых потерь напряжения в распределительных сетях.
8. Сравнение способов регулирования напряжения.

Тема 7. Технико-экономические расчеты в электрических сетях энергосистем
1. Задачи и методы проектирования электроэнергетических систем и сетей.
2. Технико-экономические показатели.
3. Технико-экономическое сравнение вариантов сети.
4. Выбор вариантов сети с учетом надежности.
5. Выбор номинального напряжения.
6. Определение сечения проводов и кабелей по экономической плотности тока и экономическим интервалам.
7. Особенности определения сечения линий в распределительных сетях по допустимой потере напряжения.
8. Особенности выбора и проверки сечений в простых замкнутых сетях.
9. Проверка сечения проводов и кабелей по условиям допустимого нагрева.
10. Схемы электрических сетей.

Тема 8. Потери мощности и электроэнергии в электрической системе, мероприятия по их

снижению

1. Общая характеристика проблемы расчета, анализа и снижения потерь.
2. Основные понятия и определения.
3. Структура потерь.
4. Технические потери электроэнергии (условно-постоянные и переменные) в элементах электрических систем.
5. Нормативные методы расчета переменных потерь и области их применения.
6. Метод характерных суточных графиков нагрузок.
7. Метод времени наибольших потерь.
8. Классификация мероприятий по снижению потерь.
9. Отключение трансформаторов в режимах малых нагрузок.
10. Размыкание контуров электрической сети.

Тема 9. Расчет воздушных линий на механическую прочность

1. Характеристика задач и исходных условий расчета конструктивной части линий.
2. Удельные механические нагрузки на провода и тросы.
3. Напряжение в материале провода и уравнение провода.
4. Напряжение провода при разных климатических условиях (уравнения состояния провода).
5. Критическая длина пролета.
6. Критическая температура.
7. Допустимые напряжения и расчет по среднегодовым условиям.
8. Особенности расчета напряжений по среднегодовым условиям.
9. Три критических пролета.

Тема 10. Особые режимы электрических систем

1. Общая характеристика особых режимов.
2. Несимметрия в электрических сетях и мероприятия по ее снижению.
3. Уравнения несимметричных режимов в фазных и симметричных координатах.
4. Уравнения узловых напряжений при несимметричных коротких замыканиях и в сложнонесимметричных режимах.
5. Симметрирование режима.
6. Несинусоидальность в электрических системах и мероприятия по ее снижению.
7. Расчет высших гармоник токов и напряжений.

Тема 11. Линии электропередачи сверхвысокого напряжения

1. Общая характеристика ЛЭП сверхвысокого напряжения.
2. Электрический расчет ЛЭП сверхвысокого напряжения.
3. Зависимость напряжения и передаваемой мощности от длины линии.
4. Повышение пропускной способности линии.
5. Линии постоянного тока.

Критерии оценивания.

в течение двух семестров преподаватель проводит устный опрос каждого обучающегося по каждой теме на практических занятиях и на лабораторных работах. На основании ответа на заданные один-два вопроса по теме и защите отчетов (по решенным задачам или по лабораторным работам по этой же теме) оценивается по двухбалльной системе текущая успеваемость по дисциплине. Оценки по текущей успеваемости учитываются при промежуточной аттестации.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКР-2.4	Составляет схемы замещения для расчётных электрических схем, выполняет расчёты установившихся режимов работы электроэнергетических систем, выполняет разработку проекта электрической сети, разрабатывает графическую часть проектной документации	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или тестирование. Выполнение практического задания. Подготовка и защита отчётов по практическим и/или лабораторным работам. Выполнение и защита курсового проекта
ПКС-1.4	Анализирует типовые технические решения по конфигурации, структуре и составу электрооборудования электроэнергетических сетей и систем, принимает новые технические решения по строительству, реконструкции и перевооружению электрических сетей и систем	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или тестирование. Выполнение практического задания. Подготовка и защита отчётов по практическим и/или лабораторным работам. Выполнение и защита курсового проекта

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 4, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

К экзамену допускаются обучающиеся, прошедшие все этапы текущего контроля (защита отчётов по лабораторным работам, защита курсового проекта). На экзамен ко времени, указанному в расписании, приходит вся учебная группа либо поочерёдно первая и вторая подгруппа (по согласованию с преподавателем). Экзамен состоит из двух частей: письменной и устной. Обучающиеся, получив билет, в течение 40-45 минут в письменной форме тезисно отвечают на вопросы билета и решают в общем виде задачу. На письменной части экзамена обучающимся не разрешается разговаривать друг с другом и пользоваться конспектами лекций, литературой, средствами связи. Письменная часть экзамена заканчивается тогда, когда последний обучающиеся из группы/подгруппы сдаёт свой письменный ответ. После сдачи всеми обучающимися письменных ответов начинается устная часть экзамена. На устную часть экзамена обучающийся предоставляет преподавателю написанный собственноручно конспект лекций. Преподаватель выслушивает устные ответы каждого обучающегося по вопросам и задаче в билете обучающегося и задает при необходимости 1-2 дополнительных вопроса по теоретическому курсу из расчёта около 10 минут на обучающегося.

Пример задания:

Пример задания :
Экзаменационные билеты содержат по два вопроса из следующего списка:
1. Технико-экономические показатели электрической сети.
2.Технико-экономическое сравнение вариантов сети.
3. Выбор варианта сети с учётом надёжности.
4. Понятие об экономическом сечении и экономической плотности тока.
5. Определение сечения проводов и кабелей по экономической плотности тока и экономическим интервалам.
6. Выбор номинального напряжения сети.
7. Особенности определения сечения линий в распределительных сетях по допустимой потере напряжения.
8. Особенности выбора и проверки сечений в простых замкнутых сетях.
9. Проверка сечения проводов и кабелей по условиям допустимого нагрева.
10. Допустимая температура. Допустимый ток.
11. Выбор аппаратов, защищающих сеть от перегрева.
12. Схемы электрических сетей.
13. Общая характеристика ЛЭП сверхвысокого напряжения. Уравнения то¬ков и напряжений в любой точке линии.
14. Электрический расчет ЛЭП сверхвысокого напряжения.
15. Зависимость напряжения и передаваемой мощности от длины линии.
16. Повышение пропускной способности линии.
17. Характеристика задач и исходных условий расчёта конструктивной части линии.
18. Напряжение в материале провода и уравнение провода.
19. Напряжение провода при разных климатических условиях.
20. Уравнения состояния провода.
21. Критическая длина пролета.
22. Критическая температура.
23. Допустимые напряжения и расчёт по среднегодовым условиям.
24. Особенности расчета напряжений в сталеалюминевых проводах.
25. Три критических пролета.
26. Удельные механические нагрузки на провода и тросы.
27. Общая характеристика проблемы расчета, анализа и снижения потерь электроэнергии в электрических сетях.
28. Структура потерь электроэнергии в электрических сетях, технические потери.

29. Методы расчета потерь электроэнергии в электрических сетях.
30. Методы уменьшения потерь мощности в питающих сетях.
31. Уменьшение потерь мощности и электроэнергии в распределительных сетях и системах электроснабжения.
32. Мероприятия по изменению схемы сети с целью снижения потерь электроэнергии.
33. Экономические режимы работы трансформаторов.
34. Несимметрия в электрических сетях, причины ее возникновения.
35. Мероприятия по снижению несимметрии в электрических сетях.
36. Несинусоидальность в электроэнергетических системах.
37. Мероприятия по снижению несинусоидальности в электроэнергетических системах.
38. Уравнения несимметричных режимов в фазных и симметричных координатах.
39. Преимущесва и недостатки применения симметричных и фазных координат для расчета несимметричных режимов.
40. Расчет высших гармоник токов и напряжений.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	**Хорошо**	**Удовлетворительно**	**Неудовлетворительно**
Обучающийся обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала по дисциплине, а именно: технологических особенностей ЭЭС, взаимосвязанност и всех элементов ЭЭС единством режима их работы, принципов действия и назначения всех основных элементов ЭЭС. Обучающийся умеет свободно выполнять расчеты установившихся режимов традиционными методами «ручного счета» для анализа	Обучающийся обнаруживает полное знание учебного материала, а именно: технологических особенностей ЭЭС, взаимосвязанност и всех элементов ЭЭС единством режима их работы, принципов действия и назначения всех основных элементов ЭЭС. Обучающийся умеет выполнять расчет и анализ установившихся режимов ЭЭС с использованием методов «ручного счета» и на ПК, умеет применять средства регулирования напряжения и компенсации	Обучающийся обнаруживает знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии (принципов действия и назначения основных элементов ЭЭС) Обучающийся умеет выполнять расчет и анализ установившихся режимов ЭЭС методами «ручного счета» и на ПК, применять средства регулирования напряжения и компенсации реактивной мощности. Обучающийся справился с выполнением заданий, предусмотренных	Обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотрен-ных программой заданий (не знает принципов действия и назначения основных элементов ЭЭС, не знаком с большинством средств регулирования напряжения и компенсации реактивной мощности). Обучающийся не может продолжить обучение или приступить к профессиональ-ной деятельности по окончании вуза, не способен проектировать электрическую сеть, расчитывать и анализировать потери

режимов и управления ими, а также, матричными методами, используемых для расчета сложных и больших по количеству узлов и ветвей схемы электрических сетей. Обучающийся умеет проектировать электрическую сеть, выбирать конфигурацию, номинальное напряжение, сечение проводов линий и мощности трансформаторов. Обучающийся умеет выполнять расчет и анализ потерь электроэнергии в электрических сетях, выбирать мероприятия по снижению потерь. Обучающийся усвоил основную образовательную программу дисциплины и знаком с дополнительной литературой. Обучающийся усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в	реактивной мощности. Обучающийся умеет выполнять проектирование электрической сети, выбирать конфигурацию, номинальное напряжение, сечение проводов линий и мощности трансформаторов. Обучающийся умеет выполнять расчет и анализ потерь электроэнергии в электрических сетях, выбирать мероприятия по снижению потерь. Обучающийся усвоил основную литературу, рекомендованную в программе. Обучающийся показал систематический характер знаний по дисциплине и способность к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	программой, знаком с основной литературой. Обучающийся допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	электроэнергии в электрических сетях и выбирать мероприятия по снижению потерь.

понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.			

6.2.2.2 Учебный год 4, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Защита курсового проекта проходит в форме доклада и последующего собеседования по 4-6 вопросам из списка.

Пример задания:

Список вопросов для защиты курсового проекта:
1. Уравнение баланса реактивной мощности в электрической сети.
2. Почему расчет баланса реактивной мощности проводится до выбора схемы электрической сети?
3. Почему КУ устанавливаются у потребителя, а не на станции?
4. Расчетные способы расстановки КУ в электрической сети.
5. Основные положения, которыми руководствуются при предварительном отборе конкурентных вариантов схемы электрической сети.
6. Выбор номинального напряжения электрической сети.
7. Типовые схемы РУ ВН подстанций
8. Методика технико-экономического сравнения вариантов.
9. Расчетные приведенные затраты:
а) коэффициент эффективности капиталовложений;
б) составляющие капвложений и издержек.
10. Что такое укрупнённые показатели стоимости сетевых объектов?
11. Условия выбора сечения провода ЛЭП.
12. Критерии выбора целесообразного варианта сети из экономически равноценных вариантов.
13. Выбор числа и номинальной мощности трансформаторов и автотрансформаторов на подстанции.
14. Что такое наибольшие потери напряжения в электрической сети и способы их уменьшения.
15. Как определить наибольшие потери напряжения в нормальном и послеаварийном режимах для:
а) разветвлённой сети;
б) сети с двумя номинальными напряжениями;
в) простой замкнутой сети с ответвлением узла, не являющимся точкой раздела мощности?
16. Векторная диаграмма падения напряжения на участке сети:
а) потери и падение напряжения;
б) продольная и поперечная составляющие падения напряжения.
17. Схемы замещения ЛЭП и их параметры.
18. Основное допущение в П-образной схеме замещения ЛЭП и границы ее применения.

19. Потери мощности и зарядная мощность ЛЭП, их физический смысл.
20. Схемы замещения двух обмоточных трансформаторов и их параметры.
21. Схемы замещения трех обмоточных трансформаторов и автотрансформаторов и их параметры.
22. Потери мощности в трансформаторах, их физический смысл.
23. Алгоритм расчёта режима разомкнутой сети «в два этапа».
24. Алгоритм расчёта потоков мощности в кольцевой сети.
25. Определение целесообразного числа включённых трансформаторов на подстанции в режиме наименьших нагрузок.
26. Допускаемые величины отклонения напряжения по условию встречного регулирования напряжения.
27. Регулирование напряжения:
а) на двух обмоточном трансформаторе с РПН;
б) на трех обмоточном трансформаторе с РПН;
в) на автотрансформаторе;
г) с помощью КУ;
29. Годовой график нагрузок по продолжительности. Смысл времени наибольших нагрузок ТНБ.
30. Смысл времени наибольших потерь. Способы определения времени наибольших потерь.
31. Определение потерь электроэнергии с использованием двухступенчатого графика нагрузок.

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	**Хорошо**	**Удовлетворительно**	**Неудовлетворительно**
Проект выполнен самостоятельно и в срок, имеет практический характер, содержит элементы новизны и оригинальные технические решения. Обучающийся показал знание теоретического материала по теме проекта, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщения и выводы. Материал излагается грамотно,	Проект выполнен самостоятельно, возможно несущественное отступление от срока, проект имеет практический характер, содержит элементы новизны и самостоятельные технические решения. Обучающийся показал знание теоретического материала по теме проекта, однако анализ, аргументация своей точки	Проект выполнен самостоятельно, но с существенными отступлениями от срока. Проект не содержит элементов новизны, приняты только типовые технические решения. Обучающийся не в полной мере владеет теоретическим материалом по теме проекта, слабо проявлено умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы. Материал не всегда излагается логично,	Проект выполнен несамостоятельно. Обучающийся не владеет теоретическим материалом по теме проекта, не проявлено умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы. Материал излагается нелогично, имеются грубые недочеты в оформлении проектной документации, графическая часть отсутствует или не соответствует требованиям ЕСКД. Во время защиты обучающийся не способен представить

логично, последовательно. Оформление отвечает требованиям к проектной документации, графическая часть соответствует требованиям ЕСКД. Во время защиты обучающийся показал умение кратко, доступно представить результаты проектирования, адекватно ответить на поставленные вопросы.	зрения, обобщения и выводы вызывают у него незначительные затруднения. Материал не всегда излагается логично, последовательно, однако это не мешает целостному восприятию работы. Имеются незначительные недочеты в оформлении проектной документации, графическая часть в целом соответствует требованиям ЕСКД. Во время защиты обучающийся показал умение кратко, доступно представить результаты проектирования, однако испытывал затруднения при ответе на отдельные вопросы.	последовательно. Имеются недочеты в оформлении проектной документации, графическая часть существенно отступает от требований ЕСКД. Во время защиты обучающийся испытывает затруднения в представлении результатов проектирования и в ответах на поставленные вопросы, однако имеет представлении об общем назначении и принципах работы проектируемых защит.	результаты проектирования, не имеет представления об общем назначении и принципах работы проектируемых защит.

7 Основная учебная литература

1. Идельчик В. И. Электрические системы и сети : учебник для электроэнергетических специальностей / В. И. Идельчик, 2009. - 592.

2. Герасименко А. А. Передача и распределение электрической энергии : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. "Электроэнергетика" / А. А. Герасименко, В. Т. Федин, 2006. - 716.

3. Лыкин А. В. Электроэнергетические системы и сети : учебник для вузов / А. В. Лыкин, 2017. - 361.

4. Справочник по проектированию электрических сетей : справочное издание / И. Г. Карапетян [и др.], 2006. - 313.

5. Электроэнергетические системы и сети : методические указания для практических занятий и курсового проектирования / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2015. - 80.

6. Идельчик В. И. Электрические системы и сети : учебник для студентов электроэнергетических специальностей / В. И. Идельчик, 1989. - 592.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Справочник по проектированию электрических сетей : справочное издание / И. Г. Карапетян, Д. Л. Файбисович, И. М. Шапиро; под ред. Д. Л. Файбисовича, 2012. - 374.

2. Справочник по проектированию электрических сетей / И. Г. Карапетян [и др.], 2009. - 389.

3. Электрические системы и сети: В примерах и иллюстрациях : учеб. пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" и специальностям "Электроэнергет. системы и сети" и "Электроснабжение (по отраслям) " / В. В. Ежков [и др.], 1999. - 350.

4. Герасименко А. А. Передача и распределение электрической энергии : учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Электроэнергетика" / А. А. Герасименко, В. Т. Федин, 2008. - 716.

5. Электрические системы и сети : учебник для электроэнерг. спец. вузов / Наина Владимировна Буслова; Под ред. Г. И. Денисенко, 1986. - 583.

6. Идельчик В. И. Расчеты установившихся режимов электрических систем / В. И. Идельчик, 1977. - 189.

7. Лыкин А. В. Электрические системы и сети : учеб. пособие для студентов ФЭН по направлению 551700 "Электроэнергетика" / А. В. Лыкин, 2002. - 246.

8. Лыкин А. В. Электрические системы и сети : учеб. пособие по направлению 140200 "Электроэнергетика" / А. В. Лыкин, 2007. - 253.

9. Ушаков В. Я. Электроэнергетические системы и сети : учебное пособие для вузов / В. Я. Ушаков, 2020. - 446.

9 Ресурсы сети Интернет

1. http://library.istu.edu/
2. https://e.lanbook.com/

10 Профессиональные базы данных

1. http://new.fips.ru/
2. http://www1.fips.ru/

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. PTC_MathCAD14

2. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08_2008

3. Microsoft Office 2007 VLK (поставки 2007 и 2008)

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютерный класс.