

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Брикс кафедры»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №15 от 18 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

**«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ И ПОДСТАНЦИИ / POWER STATIONS AND
SUBSTATIONS»**

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Современные технологии электроэнергетики / Power Electrical Engineering

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Карамов Дмитрий Николаевич Дата подписания: 18.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил: Киреенко Анна Павловна Дата подписания: 18.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью Согласовал: Карамов Дмитрий Николаевич Дата подписания: 18.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Электрические станции и подстанции / Power Stations and Substations» 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-2.3
ПКС-2 Способность к выполнению работ по эксплуатации современного оборудования и систем электроснабжения с большой долей генераций возобновляемых источников и накопителей	ПКС-2.7

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКР-2.3	Принимает новые технические решения по строительству, реконструкции и перевооружению электрических станций и подстанций	Знать номенклатуру работ при строительстве, расширении, реконструкции и техническом перевооружении электрических станций и подстанций, перспективные технологии на электрических станциях и подстанциях. Уметь составлять проекты производства работ по строительству, расширению, реконструкции и техническому перевооружению электрических станций и подстанций. Владеть навыками технического и инвестиционного обоснования применения перспективных технологий на электрических станциях и подстанциях.
ПКС-2.7	Выбирает структурные электрические схемы и силовое электрооборудование электрических станций и подстанций, обосновывает технико-экономическую эффективность принятых проектных решений	Знать структурные схемы электрических станций и подстанций, принципиальные схемы распределительных устройств, условия обоснования и выбора схем, расстановку оборудования в схемах. Уметь рассчитывать капиталовложения, эксплуатационные издержки и показатели эффективности инвестиций при выполнении

		технико-экономических расчетов. Владеть Владеть навыками технико-экономического обоснования проектных решений.
--	--	--

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Электрические станции и подстанции / Power Stations and Substations» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Введение в профессиональную деятельность / Introduction into Professional Activities», «Теоретические основы электротехники / Theoretical Foundations of Electrical Engineering», «Общая энергетика / General Energy Issues», «Надежность электроэнергетических систем / Reliability of electric power systems», «Электрические машины / Electric Machines», «Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения / Long-Distance Power Lines», «Энергоснабжение / Energy Supply», «Основы электроснабжения / Basics of Electricity Supply», «Электроэнергетические системы и сети / Electric Power Systems and Networks», «Релейная защита систем электроснабжения / Relay Protection of Power Supply Systems»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Системы электроснабжения / Power Supply Systems», «Интегрированные энергосистемы / Integrated Energy Systems», «Производственная практика: преддипломная практика / Undergraduate Practise», «Производственная практика: эксплуатационная практика / Company Internship 3»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	45	45
лекции	30	30
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	15	15
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	27	27
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 7

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Код.	№	Код.	№	Код.	№	Код.	

			Час.		Час.		Час.		Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Общие сведения о производстве и распределении электроэнергии.	1	2			1	2	1	2	Устный опрос
2	Электростанции.	2	2			2	2	1	2	Устный опрос
3	Основное оборудование электрических станций и подстанций.	3	2			3	2	1	2	Устный опрос
4	Расчет продолжительных режимов работы электрических станций и подстанций.	4	2			4	2	1	2	Устный опрос
5	Расчет кратковременных аварийных режимов работы электрических станций и подстанций.	5	2			5	2	1	2	Устный опрос
6	Выбор главных схем электростанций и подстанций.	6	2			6	2	1	2	Устный опрос
7	Схемы распределительных устройств электрических станций и подстанций.	7	2			7	2	1	2	Устный опрос
8	Дуговые процессы при коммутациях электрическими аппаратами электрических станций и подстанций.	8	2					1	2	Устный опрос
9	Высоковольтные выключатели.	9	2					1	2	Устный опрос
10	Коммутационные аппараты, кроме высоковольтных выключателей, на электрических станциях и подстанциях.	10	2			8	1	1	2	Устный опрос
11	Система измерений и измерительные трансформаторы на электрических станциях и подстанциях	11	2					1	2	Устный опрос
12	Конструкции	12	2					1	2	Устный

	токоведущих частей электрических станций и подстанций, линий электропередачи и их выбор.									опрос
13	Конструкция распределительных устройств электрических станций и подстанций.	13	2							Устный опрос
14	Молниезащита и заземление на электрических станциях и подстанциях.	14	2							Устный опрос
15	Собственные нужды электростанций и подстанций.	15	1					1	2	Устный опрос
16	Выбор режимов работы нейтралей в электроустановках.	16	1					1	1	Устный опрос
17	Решение задач по всем разделам дисциплины.									Решение задач
18	Решение специальных задач повышенной сложности.									Решение задач
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		30				15		63	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
1	Общие сведения о производстве и распределении электроэнергии.	Роль электрических станций и подстанций в электроэнергетической системе (ЭЭС). Классификация станций и подстанций. Перечень основного электрооборудования станций и подстанций. Подключение станций и подстанций к электрическим сетям. Стандартные номинальные напряжения для генераторов, электрических сетей и приемников. Графики электрических нагрузок (суточные графики нагрузки потребителей, суточные графики нагрузки подстанций, суточные графики нагрузки электростанций, годовой график продолжительности нагрузок). Техничко-экономические показатели, определяемые из

		графиков нагрузок. Режимы работы нейтралей в электроустановках.
2	Электростанции.	ЭЭС. Типы электростанций. Устройство тепловых конденсационных электростанций (КЭС) и теплоэлектроцентралей (ТЭЦ). Технологический процесс производства электроэнергии на КЭС и ТЭЦ. Устройство атомных электростанций (АЭС). Технологический процесс производства электроэнергии на АЭС. Устройство гидроэлектростанций (ГЭС) и гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС). Технологический процесс производства электроэнергии на ГЭС и ГАЭС. Устройство газотурбинных электростанций (ГТЭС) и парогазовых электростанций (ПГЭС). Технологический процесс производства электроэнергии на ГТЭС и ПГЭС. Устройство и технологический процесс производства электроэнергии на геотермальных электростанциях (ГеоТЭС). Дизельные электростанции (ДЭС). Виды и варианты исполнения ДЭС. Ветроэлектростанции (ВЭС). Ветроэнергетические установки (ВЭУ). Основные технические характеристики ВЭУ. Солнечные электростанции (СЭС). Устройство и принцип действия СЭС. Совместная работа ВЭС и/или СЭС с электростанциями других типов. Приливные электростанции (ПЭС). Одно- и двухбассейновые схемы ПЭС. Технологический процесс производства электроэнергии на ПЭС. Системы аккумулирования энергии. Схемы и принципы работы аккумулирующих устройств. Техно-экономические показатели КЭС, ТЭЦ, АЭС, ГЭС и ГАЭС, ГТЭС, ПГЭС, ГеоТЭС, ВЭС, СЭС и ПЭС. Маневренность электростанций. Участие различных типов электростанций в покрытии электрической нагрузки.
3	Основное оборудование электрических станций и подстанций.	Синхронные генераторы. Типы генераторов и их параметры, условные обозначения. Параллельная работа генераторов. Системы охлаждения генераторов. Системы возбуждения генераторов. Гашение поля генераторов. Асинхронизированные генераторы. Синхронные компенсаторы. Статические компенсирующие устройства. Типы трансформаторов. Параметры трансформаторов. Регулирование напряжения трансформаторов. Конструкция силового трансформатора. Охлаждение трансформаторов. Режимы работы трансформаторов. Нагрузочная способность трансформаторов. Допустимые систематические и аварийные перегрузки. Схемы и группы

		соединения обмоток трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов. Особенности конструкции и режимы работы автотрансформаторов.
4	Расчет продолжительных режимов работы электрических станций и подстанций.	Расчет токов продолжительных режимов в цепях генератора, двухобмоточного трансформатора, трехобмоточного трансформатора или автотрансформатора, линий электропередачи, цепи секционных шиносоединительных выключателей, сборных шин, групповых реакторов. Расчетные максимальные токи нормальных, ремонтных и послеаварийных режимов для токоведущих частей и электроаппаратов.
5	Расчет кратковременных аварийных режимов работы электрических станций и подстанций.	Токи короткого замыкания (КЗ). Мгновенное и действующее значения токов КЗ. Периодическая и апериодическая составляющая токов КЗ. Расчет трехфазных, двухфазных и однофазных токов КЗ. Расчет характеристик токов КЗ при известной мощности и постоянной времени переходного процесса в точке КЗ. Ограничение токов короткого замыкания. Конструкция и параметры реакторов. Сверхпроводниковые ограничители токов КЗ. Выбор реакторов и сверхпроводниковых ограничителей.
6	Выбор главных схем электростанций и подстанций.	Главные схемы электрических соединений. Требования, предъявляемые к главным схемам электрических соединений. Этапы проектирования главной схемы электрических соединений. Структурные схемы электростанций и подстанций. Элементы структурной схемы и их условно-графические обозначения. Обоснование и выбор структурных схем электростанций и подстанций. Выбор числа и мощности трансформаторов электрических станций и подстанций. Техно-экономические расчеты при выборе главной схемы электрических соединений.
7	Схемы распределительных устройств электрических станций и подстанций.	Схемы распределительных устройств (РУ). Общие требования, предъявляемые к схемам. Схемы блок линия-трансформатор. Схема мостика с выключателем в цепях линий. Схема мостика с выключателем в цепях линий. Схемы четырехугольник (треугольник) и шестиугольник. Схемы с одной секционированной системой шин и с обходной системой шин. Схемы с двумя системами сборных шин и с обходной системой шин. Схема трансформаторы-шины с присоединением линий через два выключателя. Схема трансформаторы-шины с полуторным присоединением линий. Полуторная схема. Условия обоснования и выбора схем. Расстановка оборудования в схемах.

8	Дуговые процессы при коммутациях электрическими аппаратами электрических станций и подстанций.	Размыкание цепей большой мощности электростанций и подстанций. Строение дуги. Принципы гашения электрической дуги. Виды дугогасительных устройств в аппаратах до и выше 1 кВ. Условия выбора и проверки коммутационных аппаратов электрических станций и подстанций.
9	Высоковольтные выключатели.	Требования, предъявляемые к выключателям. Параметры выключателей. Конструкции масляного бакового и горшкового выключателей, воздушных, элегазовых, вакуумных выключателей. Преимущества и недостатки конструкций. Условия выбора и проверки выключателей.
10	Коммутационные аппараты, кроме высоковольтных выключателей, на электрических станциях и подстанциях.	Назначение, конструкция и технические характеристики разъединителей, отделителей и короткозамыкателей, предохранителей. Параметры аппаратов. Условия выбора и проверки.
11	Система измерений и измерительные трансформаторы на электрических станциях и подстанциях	Система измерений на электрических станциях и подстанциях. Контрольно-измерительные приборы. Требования к измерительным устройствам по передаче информации в диспетчерские центры. Измерительные трансформаторы напряжения (ТН) и трансформаторы тока (ТК). Назначение, параметры, классы точности обмоток, схемы соединения обмоток ТН и их заземление. Конструкции ТН и выбор. Назначение, параметры, классы точности обмоток, схемы соединения обмоток ТТ и их заземление. Конструкции ТТ и выбор.
12	Конструкции токоведущих частей электрических станций и подстанций, линий электропередачи и их выбор.	Конструкции воздушных линий электропередачи. Ошиновка РУ гибкими проводами и токопроводами. РУ с жесткой ошиновкой. Шинопроводы. Изоляторы. Классификация изоляторов. Конструкция силовых кабелей и их обозначение. Условия прокладки кабелей. Допустимые токовые нагрузки проводников. Условия выбора и проверки токоведущих частей. Выбор и проверка изоляторов.
13	Конструкция распределительных устройств электрических станций и подстанций.	Открытые (ОРУ) и закрытые (ЗРУ) распределительные устройства. Комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией (КРУЭ). Комплектные распределительные устройства внутренней (КРУ) и наружной (КРУН) установки. Камеры стационарные одностороннего обслуживания (КСО).
14	Молниезащита и	Молниезащита электростанций и подстанций.

	заземление на электрических станциях и подстанциях.	Защита от прямых ударов молнии. Защита от перенапряжений. Разрядники и нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН). Заземление электростанций и подстанций. Требования к заземляющим устройствам. Конструкция заземляющих устройств.
15	Собственные нужды электростанций и подстанций.	Механизмы, электроприемники и схемы собственных нужд КЭС, ТЭЦ, ГЭС, ГАЭС, АЭС, ГТЭС, ПГЭС, ГеоТЭС, ВЭС, СЭС и ПЭС, электроподстанций.
16	Выбор режимов работы нейтралей в электроустановках.	Режимы работы нейтралей в электроустановках. Электроустановки с изолированной нейтралью. Электроустановки с изолированной нейтралью. Однофазное замыкание на землю в электроустановке с изолированной нейтралью. Опасность дуговых и перемежающихся дуговых замыканий на землю. Компенсация емкостного тока замыкания на землю. Электроустановки с резонансно-заземленной нейтралью. Дугогасящие реакторы. Контроль изоляции в электроустановках с изолированной и резонансно-заземленной нейтралью. Электроустановки с глухо заземленной нейтралью. Однофазные короткие замыкания на землю в электроустановках с глухим заземлением нейтрали. Уменьшение токов однофазного короткого замыкания на землю путем частичного разземления нейтралей или применением токоограничивающих сопротивлений, включаемых в нейтрали. Электроустановки с эффективным заземлением нейтрали. Преимущества и недостатки различных режимов нейтралей электроустановок. Выбор режимов нейтралей в электроустановках до 1 кВ и выше 1 кВ. Требования к заземляющим устройствам нейтралей электроустановок.
17	Решение задач по всем разделам дисциплины.	Решение задач по разделам предмета.
18	Решение специальных задач повышенной сложности.	Индивидуальные задания, задачи, расчетно-графические работы по разделам дисциплины.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 7

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Графики электрических нагрузок	2

2	Оптимальное распределение нагрузок между агрегатами электростанции.	2
3	Выбор силовых трансформаторов на электрических станциях и подстанциях.	2
4	Расчет продолжительных режимов работы электрических станций и подстанций.	2
5	Расчет токов короткого замыкания на электростанциях и подстанциях.	2
6	Технико-экономические расчеты при обосновании главной схемы электрических соединений электростанций и подстанций.	2
7	Выбор схем распределительных устройств	2
8	Выбор выключателей, разъединителей, отделителей и короткозамыкателей.	1

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям	27

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия, компьютерные симуляции, кейс-технология, мозговой штурм, проект.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Студентам заранее назначается тема практического занятия, которую они должны изучить на основе лекционного материала, профессионального стандарта и рекомендованной литературы. По теме практического занятия проводится семинар в диалоговом режиме или в форме групповой дискуссии, решаются задачи, соответствующие теме занятия, проводится анализ ситуации.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Подготовка к практическим занятиям, выполнение презентаций, отчетов, рефератов и решение задач.

Тема №1 Электростанции

Указания: изучить тему «Электростанции» используя лекции, основную и дополнительную

литературу; подготовиться к практическому занятию по теме «Оптимальное распределение

нагрузок между агрегатами электростанции»; решить предложенные задачи по завершению

практического занятия.

Тема №2 Основное оборудование электрических станций и подстанций

Указания: изучить тему «Основное оборудование электрических станций и подстанций»

используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому занятию по теме «Выбор силовых трансформаторов на электрических станциях и подстанциях»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

Тема №3 Расчет продолжительных режимов работы электрических станций и подстанций
Указания: изучить тему «Расчет продолжительных режимов работы электрических станций

и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому занятию по теме «Расчет продолжительных режимов работы электрических станций и подстанций»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

Тема №4 Расчет кратковременных аварийных режимов работы электрических станций и подстанций

Указания: изучить тему «Расчет кратковременных аварийных режимов работы электрических станций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическим занятиям по темам «Расчет токов короткого замыкания на электростанциях и подстанциях»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

Тема №5 Выбор главных схем электростанций и подстанций

Указания: изучить тему «Выбор главных схем электростанций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому занятию

по теме «Технико-экономические расчеты при обосновании главной схемы электрических соединений электростанций и подстанций»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

Тема №6 Схемы распределительных устройств электрических станций и подстанций

Указания: изучить тему «Схемы распределительных устройств электрических станций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому занятию по теме «Выбор схем распределительных устройств»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

Тема №7 Высоковольтные выключатели

Указания: изучить тему «Высоковольтные выключатели» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к лабораторным работам по темам «Масляные

выключатели», «Воздушные выключатели», «Электромагнитные и вакуумные выключатели», «Элегазовые выключатели», «Выключатели нагрузки»; по завершению лабораторных работ подготовить отчет и защитить.

Тема №8 Коммутационные аппараты, кроме высоковольтных выключателей, на электрических станциях и подстанциях

Указания: изучить тему «Коммутационные аппараты, кроме высоковольтных выключателей, на электрических станциях и подстанциях» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к контрольной работе по теме «Выбор выключателей, разъединителей, отделителей и короткозамыкателей»; подготовиться к лабораторным работам по темам «Разъединители. Отделители. Короткозамыкатели»; по завершению лабораторных работ подготовить отчет и защитить.

Тема №9 Система измерений и измерительные трансформаторы на электрических станциях и подстанциях

Указания: изучить тему «Система измерений и измерительные трансформаторы на электрических станциях и подстанциях» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к лабораторным работам по темам «Трансформаторы напряжения и тока»; по завершению лабораторных работ подготовить отчет и защитить.

Тема №10 Конструкция распределительных устройств электрических станций и подстанций

Указания: изучить тему «Конструкция распределительных устройств электрических станций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; самостоятельно изучить раздел «Выбор главных схем электростанций», пройти собеседование по этому разделу.

Тема №11 Молниезащита и заземление на электрических станциях и подстанциях

Указания: изучить тему «Молниезащита и заземление на электрических станциях и подстанциях» используя лекции, основную и дополнительную литературу; самостоятельно

изучить раздел «Выбор числа и мощности трансформаторов на электростанциях и подстанциях», пройти собеседование по этому разделу.

Тема №12 Собственные нужды электростанций и подстанций

Указания: изучить тему «Собственные нужды электростанций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому занятию

по теме «Система измерения на электростанциях и подстанциях. Выбор трансформаторов тока и напряжения», решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

Тема №13 Выбор режимов работы нейтралей в электроустановках

Указания: изучить тему «Выбор режимов работы нейтралей в электроустановках» используя

лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к лабораторным работам по темам «Исследование работы сети с изолированной нейтралью», «Исследование работы

сети с резонансно-заземлённой нейтралью», «Исследование работы сети с эффективнозаземлённой нейтралью»; по завершению лабораторных работ подготовить отчет и защитить.

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 семестр 7 | Устный опрос

Описание процедуры.

Выдаются персональные задания по рассматриваемой теме. Задания имеют теоретическую часть состоящую из трех вопросов и задачи.

Примеры вопросов:

1. Роль электрических станций и подстанций в электроэнергетической системе (ЭЭС). Классификация станций и подстанций. Перечень основного электрооборудования станций и подстанций. Подключение станций и подстанций к электрическим сетям. Стандартные номинальные напряжения для генераторов, электрических сетей и приемников.
2. Графики электрических нагрузок (суточные графики нагрузки потребителей, суточные графики нагрузки подстанций, суточные графики нагрузки электростанций, годовой график продолжительности нагрузок). Техничко-экономические показатели, определяемые из графиков нагрузок. Покрытие электрических нагрузок электростанциями в ЭЭС.
3. ЭЭС. Типы электростанций. Устройство тепловых конденсационных электрических станций (КЭС). Технологический процесс производства электроэнергии на КЭС. Техничко-экономические показатели КЭС. Участие КЭС в покрытии электрической нагрузки.

Критерии оценивания.

1) "Отлично" - все выполнено верно и без ошибок; 2) "Хорошо" - задачи решены верно, теоретическая часть и ответы на вопросы имеют неточности; 3) "Удовлетворительно" - имеются неточности в решении задачи и ответах; 4) "Неудовлетворительно" - все ответы не верны.

6.1.2 семестр 7 | Решение задач

Описание процедуры.

Выдаются персональные задания по рассматриваемой теме. Задания имеют теоретическую часть и задачи.

Критерии оценивания.

1) "Отлично" - все выполнено верно и без ошибок; 2) "Хорошо" - задачи решены верно, теоретическая часть и ответы на вопросы имеют неточности; 3) "Удовлетворительно" - имеются неточности в решении задачи и ответах; 4) "Неудовлетворительно" - все ответы не верны.

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-2.3	Знает номенклатуру работ при строительстве, расширении, реконструкции и техническом перевооружении электрических станции и подстанций, перспективные технологии на электрических станциях и подстанциях. Умеет составлять проекты производства работ по строительству, расширению, реконструкции и техническому перевооружению электрических станции и подстанций. Владеет навыками технического и инвестиционного обоснования применения перспективных технологий на электрических станциях и подстанциях.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий и/или лабораторных работ.
ПКС-2.7	Знает структурные схемы электрических станций и подстанций, принципиальные схемы распределительных устройств, условия обоснования и выбора схем, расстановку оборудования в схемах.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических

	Умеет рассчитывать капиталовложения, эксплуатационные издержки и показатели эффективности инвестиций при выполнении технико-экономических расчетов. Владеет Владеть навыками технико-экономического обоснования проектных решений.	заданий и/или лабораторных работ.
--	--	-----------------------------------

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 7, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проходит в формате собеседования со студентом. К экзамену допускаются обучающиеся, которые выполнили практические работы. Оценивается понимание пройденного материала. Оценка производится по пятибалльной шкале. Знания, умения, владения обучающегося на экзамене оцениваются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Проверяется знание теоретического материала, наличие всех лекций и выполненных презентаций, пройденных тестов. Экзамен проводится письменно по экзаменационным билетам. Экзаменационный билет состоит из трех вопросов и задачи. В случае невыполнения критерия оценивания назначается дата пересдачи, но не более 2 раз с последующим опросом по всем темам дисциплины.

Пример задания:

1. Роль электрических станций и подстанций в электроэнергетической системе (ЭЭС). Классификация станций и подстанций. Перечень основного электрооборудования станций и подстанций. Подключение станций и подстанций к электрическим сетям. Стандартные номинальные напряжения для генераторов, электрических сетей и приемников.
2. Графики электрических нагрузок (суточные графики нагрузки потребителей, суточные графики нагрузки подстанций, суточные графики нагрузки электростанций, годовой график продолжительности нагрузок). Техничко-экономические показатели, определяемые из графиков нагрузок. Покрытие электрических нагрузок электростанциями в ЭЭС.
3. ЭЭС. Типы электростанций. Устройство тепловых конденсационных электрических станций (КЭС). Технологический процесс производства электроэнергии на КЭС. Техничко-экономические показатели КЭС. Участие КЭС в покрытии электрической нагрузки.
4. ЭЭС. Типы электростанций. Устройство теплоэлектроцентралей (ТЭЦ). Технологический процесс производства электроэнергии на ТЭЦ. Техничко-экономические показатели ТЭЦ. Участие ТЭЦ в покрытии электрической нагрузки.
5. ЭЭС. Типы электростанций. Устройство атомных электростанций (АЭС). Технологический процесс производства электроэнергии на АЭС. Техничко-экономические показатели АЭС. Участие АЭС в покрытии электрической нагрузки.
6. ЭЭС. Типы электростанций. Устройство гидроэлектростанций (ГЭС) Технологический процесс производства электроэнергии на ГЭС. Техничко-экономические показатели ГЭС. Участие ГЭС в покрытии электрической нагрузки.
7. ЭЭС. Типы электростанций. Устройство газотурбинных электрических станций. Технологический процесс производства электроэнергии на ГТЭС. Техничко-экономические

показатели ГТЭС.

8. ЭЭС. Типы электростанций. Устройство парогазовых электрических станций (ПГЭС). Технологический процесс производства электроэнергии на ПГЭС. Техно-экономические показатели ПГЭС.
9. ЭЭС. Типы электростанций. Технологический процесс производства электроэнергии на геотермальных электростанциях (ГеоТЭС). Техно-экономические показатели ГеоТЭС.
10. ЭЭС. Типы электростанций. Дизельные электростанции (ДЭС). Виды и варианты исполнения ДЭС. Техно-экономические показатели ДЭС. Использование ДЭС.
11. ЭЭС. Типы электростанций. Технологический процесс производства электроэнергии на гидроаккумулирующих электростанциях (ГАЭС). Техно-экономические показатели ГАЭС. Участие ГАЭС в покрытии электрической нагрузки.
12. ЭЭС. Типы электростанций. Ветроэлектростанции (ВЭС). Ветроэнергетические установки (ВЭУ). Основные технические характеристики ВЭУ. Аккумуляция энергии от ВЭУ. Совместная работа ВЭС с электростанциями других типов. Техно-экономические показатели ВЭС.
13. ЭЭС. Типы электростанций. Солнечные электростанции (СЭС). Устройство и принцип действия СЭС. Аккумуляция энергии от СЭС. Совместная работа СЭС с электростанциями других типов. Техно-экономические показатели СЭС.
14. ЭЭС. Типы электростанций. Приливные электростанции (ПЭС). Одно- и двухбассейновые схемы ПЭС. Технологический процесс производства электроэнергии. Техно-экономические показатели ПЭС.
15. ЭЭС. Аккумуляция энергии от возобновляемых источников. Системы аккумуляции энергии. Схемы и принципы работы аккумуляющих устройств.
16. Режимы работы нейтралей в электроустановках. Электроустановки с изолированной нейтралью.
17. Режимы работы нейтралей в электроустановках. Электроустановки с резонансно-заземленной нейтралью. Компенсация емкостного тока замыкания на землю.
18. Режимы работы нейтралей в электроустановках. Электроустановки с глухо заземленной нейтралью.
19. Режимы работы нейтралей в электроустановках. Электроустановки с эффективным заземлением нейтрали.
20. Синхронные генераторы. Типы генераторов и их параметры, условные обозначения. Параллельная работа генераторов. Системы охлаждения генераторов.
21. Синхронные генераторы. Типы генераторов и их параметры, условные обозначения. Параллельная работа генераторов. Системы возбуждения генераторов.
22. Синхронные генераторы. Типы генераторов и их параметры, условные обозначения. Параллельная работа генераторов. Гашение поля генераторов. Асинхронизированные генераторы.
23. Синхронные генераторы. Типы генераторов и их параметры, условные обозначения. Параллельная работа генераторов. Асинхронизированные генераторы.
24. Синхронные компенсаторы. Статические компенсирующие устройства.
25. Типы трансформаторов (повышающие и понижающие; однофазные и трехфазные трансформаторы; двухобмоточные, трехобмоточные и с расщепленными обмотками). Параметры трансформаторов (номинальная мощность, напряжение, ток; напряжение КЗ; ток ХХ; потери ХХ и КЗ). Регулирование напряжения трансформаторов.
26. Конструкция силового трансформатора. Охлаждение трансформаторов (условные обозначения: М; Д; ДЦ; Ц). Режимы работы трансформаторов. Нагрузочная способность трансформаторов (предельно допустимая температура наиболее нагретой точки трансформатора). Допустимые систематические и аварийные перегрузки.
27. Схемы и группы соединения обмоток трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов.

28. Особенности конструкции и режимы работы автотрансформаторов.
29. Определение расчетных токов (наибольший ток нормального режима и наибольший ток ремонтного или послеаварийного режима) – цепь генератора, двухобмоточного трансформатора связи на электростанции, цепь трехобмоточного трансформатора или автотрансформатора на электростанции.
30. Определение расчетных токов (наибольший ток нормального режима и наибольший ток ремонтного или послеаварийного режима) – цепь двухобмоточного трансформатора на подстанции, цепь трехобмоточного трансформатора на подстанции, цепь автотрансформатора на подстанции, цепь линии, цепи секционных шиносоединительных выключателей, сборные шины, цепь группового сдвоенного реактора.
31. Токи короткого замыкания (КЗ). Мгновенное и действующее значения токов КЗ. Периодическая и аperiodическая составляющая токов КЗ. Расчет характеристик токов КЗ при известной мощности и постоянной времени переходного процесса в точке КЗ.
32. Ограничение токов короткого замыкания.
33. Структурные схемы ТЭЦ. Обоснование и выбор структурных схем ТЭЦ.
34. Структурные схем КЭС, ГЭС, АЭС. Обоснование и выбор структурных схем КЭС, ГЭС, АЭС.
35. Структурные схемы подстанций. Обоснование и выбор структурных схем подстанций.
36. Главные схемы электрических соединений. Требования, предъявляемые к главным схемам электрических соединений. Этапы проектирования главной схемы электрических соединений. Элементы главной схемы и их условно-графические обозначения.
37. Главные схемы ТЭЦ. Требования, предъявляемые к главным схемам электрических соединений. Выбор главной схемы.
38. Главные схемы ГЭС, ГАЭС. Требования, предъявляемые к главным схемам электрических соединений. Выбор главной схемы.
39. Главные схемы АЭС. Требования, предъявляемые к главным схемам электрических соединений. Выбор главной схемы.
40. Главные схемы подстанций. Требования, предъявляемые к главным схемам электрических соединений. Выбор главной схемы.
41. Выбор числа и мощности трансформаторов связи на ТЭЦ.
42. Выбор числа и мощности трансформаторов связи на КЭС, ГЭС, АЭС.
43. Выбор числа и мощности трансформаторов подстанций.
44. Схемы распределительных устройств (РУ). Общие требования, предъявляемые к схемам. Схемы блок линия-трансформатор. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
45. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схема мостика с выключателем в цепях линий. Схема мостика с выключателем в цепях трансформаторов. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
46. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схема мостика с выключателем в цепях линий. Схема мостика с выключателем в цепях трансформаторов. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
47. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схемы четырехугольник (треугольник) и шестиугольник. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
48. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схемы с одной секционированной системой шин. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
49. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схемы с одной секционированной системой шин и с обходной системой шин. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
50. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схемы с двумя системами

сборных шин. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.

51. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схемы с двумя системами сборных шин и с обходной системой шин. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.

52. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схема трансформатор - шины с присоединением линий через два выключателя. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.

53. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схема трансформатор - шины с полуторным присоединением линий. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.

54. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Полуторная схема. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.

55. Основные параметры для выбора электрооборудования, критерии выбора. Основные условия выбора электрооборудования. Сравнимые расчетные параметры режимов и технические характеристики электрооборудования.

56. РУ с жесткой ошиновкой. Шинопроводы. Выбор жестких шин (выбор сечения шин по нагреву, проверка шин на термическую стойкость, проверка шин на электродинамическую стойкость)

57. Выбор изоляторов (опорных и проходных). Назначение изоляторов. Классификация изоляторов выше 1 кВ и их обозначение. Параметры изоляторов. Выбор изоляторов (опорных и проходных).

58. Ошиновка РУ гибкими проводами и токопроводами. Выбор гибких шин и токопроводов.

59. Конструкция силовых кабелей и их обозначение. Условия прокладки. Выбор сечений жил кабельных линий.

60. Конструкции воздушных линий электропередачи (провода и грозозащитные тросы, опоры воздушных линий, изоляторы и линейная арматура). Обозначения проводов и изоляторов. Выбор сечений проводов воздушных линий.

61. Открытые (ОРУ) и закрытые (ЗРУ) распределительные устройства. Комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией (КРУЭ).

62. Комплектные распределительные устройства внутренней (КРУ) и наружной (КРУН) установки. Камеры стационарные одностороннего обслуживания (КСО).

63. Строение электрической дуги. Принцип гашения электрической дуги (в аппаратах до 1 кВ и в аппаратах выше 1 кВ).

64. Виды дугогасительных устройств. Принцип действия.

65. Требования, предъявляемые к выключателям. Параметры, которыми характеризуются выключатели. Конструкция масляного бакового выключателя. Преимущества и недостатки масляных выключателей. Выбор выключателей.

66. Требования, предъявляемые к выключателям. Параметры, которыми характеризуются выключатели. Конструкция масляного горшкового выключателя. Преимущества и недостатки масляных выключателей. Выбор выключателей.

67. Требования, предъявляемые к выключателям. Параметры, которыми характеризуются выключатели. Конструкция воздушных выключателей. Преимущества и недостатки. Выбор выключателей.

68. Требования, предъявляемые к выключателям. Параметры, которыми характеризуются выключатели. Конструкция элегазовых выключателей. Преимущества и недостатки. Выбор выключателей.

69. Требования, предъявляемые к выключателям. Параметры, которыми характеризуются выключатели. Конструкция вакуумных выключателей. Преимущества и недостатки. Выбор выключателей.

70. Требования, предъявляемые к выключателям. Параметры, которыми характеризуются выключатели. Конструкция электромагнитных выключателей. Преимущества и недостатки. Выбор выключателей.
71. Выбор выключателей. Условия выбора и проверки. Выбор по климатическому исполнению и категории размещения. Условия выбора по продолжительным режимам. Условия проверки по аварийным режимам.
72. Назначение, конструкция и технические характеристики разъединителей, отделителей и короткозамыкателей. Условия выбора и проверки. Выбор по климатическому исполнению и категории размещения. Условия выбора по продолжительным режимам. Условия проверки по аварийным режимам.
73. Назначение предохранителя, его конструкция и обозначение. Типы предохранителей. Параметры предохранителей. Выбор.
74. Реакторы. Выбор реакторов.
75. Система измерений на электрических станциях и подстанциях. Контрольноизмерительные приборы.
76. Измерительные трансформаторы напряжения (ТН), назначение, параметры, схемы соединения обмоток ТН и их заземление, конструкция (обозначение и марки ТН), выбор.
77. Измерительные трансформаторы тока (ТТ), назначение, параметры, конструкция, выбор.
78. Конструкция трансформаторов тока (ТТ), их обозначение и марки. Параметры ТТ. Схемы соединений ТТ. Классы точности обмоток ТТ.
79. Заземление электростанций и подстанций. Требования к заземляющим устройствам. Конструкция заземляющих устройств. Расчет заземления.
80. Молниезащита электростанций и подстанций. Защита от прямых ударов молнии. Расчет молниезащиты. Защита от перенапряжений. Разрядники и нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН). Выбор разрядников и ОПН.
81. Механизмы, электроприемники и схемы электроснабжения собственных нужд ТЭС.
82. Механизмы, электроприемники и схемы электроснабжения собственных нужд ГЭС.
83. Механизмы, электроприемники и схемы электроснабжения собственных нужд АЭС.
84. Механизмы, электроприемники и схемы электроснабжения собственных нужд подстанций.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Оценка «Отлично» - Обучающийся рационально применил изученные методы расчета с подробным обоснованием решения при выполнении индивидуальных заданий.	Оценка «Хорошо» - Обучающийся применил изученные методы расчета с подробным обоснованием решения задач, но допустил незначительные ошибки.	Оценка «Удовлетворительно» - Обучающийся применил изученные методы расчета, но не привел подробного обоснования решения при выполнении индивидуальных заданий. Допустил ошибки.	Оценка «Неудовлетворительно» - Обучающийся применил изученные методы расчета, но не привел подробного обоснования решения при выполнении и защите индивидуальных заданий. Допустил грубые ошибки.

7 Основная учебная литература

1. Электрические станции и подстанции систем электроснабжения : метод. указания и контрол. задания для студентов спец. 100100,100400 / Иркут. гос. техн. ун-т, 1996. - 10.
2. Руцкий Александр Иванович. Электрические станции и подстанции. Ч. 1. Основное электрическое оборудование / Александр Иванович Руцкий, 1974. - 438.
3. Электрические станции и подстанции : лабораторный практикум / Е. В. Болоев [и др.] ; Иркут. нац. исслед. техн. ун-т. Ч. 1, 2017. - 142.
4. Электрические станции и подстанции : лабораторный практикум / Е. В. Болоев [и др.] ; Иркут. нац. исслед. техн. ун-т. Ч. 2, 2017. - 86.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Бондаренко Е. В. Электрические станции и подстанции систем электроснабжения : программир. учеб. пособие / Е. В. Бондаренко, 1989. - 67.
2. Баптиданов Л. Н. Электрические станции и подстанции / Л. Н. Баптиданов, В. И. Тарасов, 1969. - 424.
3. Баптиданов Л. Н. Электрические станции и подстанции / Л. Н. Баптиданов, В. И. Тарасов, 1958. - 464.
4. Руцкий А. И. Электрические станции и подстанции. Основное электрическое оборудование / А. И. Руцкий, 1962. - 423.
5. Руцкий А. И. Электрические станции и подстанции. Основное электрическое оборудование / А. И. Руцкий, 1967. - 546.

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. Свободно распространяемое программное обеспечение Python

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Доска аудиторная ДА-За
2. Доска аудиторная ДА-За
3. Ком-т лаб.обор." Умная местная распределительная электрическая сеть" УМРЭС1-С-К(стендовое исполнение,компьютер-ая версия)

4. Комплект лабораторного оборудования "Умный счетчик электрической энергии"(стендовое исполнение,компьютеризованная версия) УСЭЭ1-С-К
5. Комплект лабораторного оборудования "Приборный учет потребления электрической энергии-автоматизированная система контроля и учета электроэнергии" ПУПЭЭ1-АСКУЭ-С-К (стендовое исполнение,компьют.версия)
6. Демонстрационный стенд
7. Двухсторонний информационный стенд