

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)**

**Северодонецкий технологический институт
Кафедра информационных технологий, приборостроения и электротехники**

УТВЕРЖДАЮ:
Врио. директора СТИ (филиал)
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
Ю.В. Бородач
(подпись) «26» 2024 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Электрическая часть электрических станций и подстанций»

По направлению подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль: Электроснабжение

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Электрическая часть электрических станций и подстанций» по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Электроснабжение») – 36 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Электрическая часть электрических станций и подстанций» разработана в соответствии федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 144 (с изменениями и дополнениями в соответствии с приказами Министерства образования и науки Российской Федерации № 1456 от 26.11.2020 г., № 83 от 08.02.2021 г., № 662 от 19.07.2022 г. и № 208 от 27.02.2023 г.).

СОСТАВИТЕЛЬ:

к.т.н., доцент Чебан В.Г.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных технологий, приборостроения и электротехники « 05 » сентября 2024 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой ИТПЭ  В.Г. Чебан

Переутверждена: « » 20 г., протокол № .

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» « 16 » сентября 2024 г., протокол № 1.

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



Ю.В. Бородач

© Чебан В.Г., 2024 г.

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля» СТИ (филиал), 2024 г.

Структура и содержание дисциплины

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

Цель изучения дисциплины – формирование знаний по устройству и работе электрооборудования электрической части электростанций и подстанций, подготовка обучающихся к выполнению курсового проекта по проектированию силовой части подстанций.

Задачи:

- изучение видов главных схем электрических подстанций в системах электроснабжения;
- изучение методов расчёта токов короткого замыкания в цепях электрических подстанций;
- изучение методики выбора по номинальным параметрам и токам короткого замыкания силового оборудования электрической подстанции;
- изучение номинальных режимы работы и параметров трансформаторов подстанций, назначение суточного графика нагрузки.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина *«Электрическая часть электрических станций и подстанций»* относится входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений учебного плана. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания видов главных схем электрических подстанций в системах электроснабжения, причин возникновения токов короткого замыкания на электрических подстанциях, перечня основного силового оборудования электрических подстанций, номинальных режимов работы и параметров трансформаторов подстанций, назначения суточного графика нагрузки; умения выбрать схему электрической подстанции в конкретной системе электроснабжения, рассчитать номинальные токи и токи короткого замыкания в цепях электрических подстанций, выбрать по номинальным параметрам и токам короткого замыкания силовое оборудование электрической подстанции, рассчитать и выбрать силовой трансформатор ГПП по заданным параметрам; навыки анализа схем электрической подстанции в системе электроснабжения для их совершенствования, анализа значений токов короткого замыкания в цепях электрических подстанций и определения способов их снижения, оптимального подбора по номинальным параметрам и токам короткого замыкания силового оборудования электрической подстанции, расчёта и выбора силового трансформатора ГПП с использованием суточного графика нагрузки.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Электроснабжение», «Проектирование систем электроснабжения», «Микропроцессорные системы управления в электроэнергетике» и является заключительной в программе бакалавриата.

Дисциплина *«Электрическая часть электрических станций и подстанций»* является необходимой для освоения профессиональных компетенций по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, а также, самостоятельного написания выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-2 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-2.1. Знать: методы сбора и анализа данных для проектирования ПК-2.2. Уметь: выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составлять конкурентно-способные варианты технических решений; обосновывать выбор целесообразного решения, подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений; осуществлять контроль соответствия разрабатываемой предпроектной документации техническому заданию и нормативно-технической документации ПК-2.3. Владеть: принципами и методами проектирования объектов профессиональной деятельности	знать: виды главных схем электрических подстанций в системах электроснабжения; причины возникновения токов короткого замыкания на электрических подстанциях; перечень основного силового оборудования электрических подстанций; номинальные режимы работы и параметры трансформаторов подстанций, назначение суточного графика нагрузки.
		уметь: выбрать схему электрической подстанции в конкретной системе электроснабжения; рассчитать номинальные токи и токи короткого замыкания в цепях электрических подстанций; выбрать по номинальным параметрам и токам короткого замыкания силовое оборудование электрической подстанции; рассчитать и выбрать силовой трансформатор ГПП по заданным параметрам.
		владеть: навыками анализа схем электрической подстанции в системе электроснабжения для их совершенствования; навыками анализа значений токов короткого замыкания в цепях электрических подстанций и определения способов их снижения; навыками оптимального подбора по номинальным параметрам и токам короткого замыкания силового оборудования электрической подстанции; навыками расчёта и выбора силового трансформатора ГПП с использованием суточного графика нагрузки.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	288 (8 зач. ед)	288 (8 зач. ед)	288 (8 зач. ед)
Обязательная контактная работа (всего)	143		36
в том числе:			
Лекции	65		14
Семинарские занятия	-		-
Практические занятия	39		12
Лабораторные работы	39		10
Курсовая работа (курсовой проект)	-		-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i>)	-		-
Самостоятельная работа студента (всего)	145		252
Форма аттестации	экзамен	экзамен	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 1

Тема 1. Цель и задачи курса, его связь с другими дисциплинами

Классификация электрооборудования. Условные обозначения. Требования к электрическим схемам и основному силовому электрооборудованию электростанций и подстанций.

Тема 2. Электрические схемы распределительных устройств

Распределительные устройства (РУ) с одной и двумя сборными шинами. РУ кольцевого типа. Упрощенные схемы РУ. Анализ преимуществ и недостатков отдельных схем. Особенности схем. Применение схем.

Тема 3. Электрические контакты

Общие понятия. Материалы и сопротивление контактов. Нагревание контактов. Особенности работы коммутационных контактов. Конструкции контактов.

Тема 4. Силовое оборудование станций и подстанций

Силовые трансформаторы. Автотрансформаторы. Масляные выключатели. Воздушные, элегазовые и вакуумные выключатели. Токоограничивающие реакторы. Разъединители, выключатели нагрузки. Предохранители.

Тема 5. Измерительные трансформаторы

Измерительные трансформаторы напряжения. Измерительные трансформаторы тока.

Тема 6. Разрядники и ограничители напряжения

Назначение. Типы и конструкции разрядников. Выбор разрядников. Ограничители напряжения.

Семестр 2

Тема 7. Токопроводы и изоляторы.

Жесткие и гибкие токопроводы. Материал и размеры проводников. Поверхностный эффект. Конструкции кабелей. Типы изоляторов и их выбор.

Тема 8. Аккумуляторы.

Назначение. Устройство свинцово-кислотных аккумуляторов. Электрохимические реакции в аккумуляторе. Характеристики заряда и разряда аккумулятора. Режимы работы аккумуляторной батареи. Выбор емкости аккумуляторной батареи.

Тема 9. Электрические станции, подстанции и энергетические системы.

Потребление электрической энергии. Требования к качеству энергии и надежности электроснабжения. Типы электростанций, подстанций и их характеристики. Режимы энергосистемы и участие электростанций в выработке электрической энергии

Тема 10. Схемы электростанций и подстанций

Классификация схем и требования, предъявляемые к ним. Элементы схем: их назначение и обозначение. Схемы на стороне 6(10)-35 кВ: состав, работа в нормальном, ремонтном, аварийном режимах. Схемы на стороне 110 кВ и выше: варианты «мостиков», многоугольников. Схемы с одной (двумя) рабочими и обходной системами шин: нормальный, ремонтный, аварийный, послеаварийный режимы. Схема с тремя выключателями на два присоединения. Схема с четырьмя выключателями на три присоединения

Тема 11. Конструкции РУ электростанций и подстанций.

Классификация конструкций. Требования к конструкции ОРУ. Конструкции ОРУ-110 по схеме «мостик». Конструкции ОРУ-110 по схеме «квадрат». Достоинства, разновидности и требования к конструкциям ЗРУ.

Тема 12. Схемы электроснабжения собственных нужд электростанций и подстанций

Источники рабочего и аварийного электроснабжения собственных нужд. Схемы собственных нужд тепловых станций. Схемы и работа источников оперативного напряжения электростанций и подстанций

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1.	Цель и задачи курса, его связь с другими дисциплинами.	2		2
2.	Классификация электрооборудования. Условные обозначения. Требования к электрическим схемам и основному силовому электрооборудованию электростанций и подстанций	2		
3.	Электрические схемы распределительных устройств.	2		
4.	Распределительные устройства (РУ) с одной и двумя сборными шинами. РУ кольцевого типа. Упрощенные схемы РУ. Анализ преимуществ и недостатков отдельных схем. Особенности схем. Применение схем.	2		
5.	Электрические контакты.	2		2
6.	Общие понятия. Материалы и сопротивление контактов. Нагревание контактов. Особенности работы коммутационных контактов. Конструкции контактов.	2		
7.	Силовые трансформаторы.	2		
8.	Системы охлаждения трансформаторов. Тепловая диаграмма трансформатора. Нестационарный нагрев трансформаторов.	2		

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
	Нагрузочная возможность трансформаторов. Выбор трансформаторов.			
9.	Автотрансформаторы.	2		2
10.	Принцип действия. Режимы работы трехобмоточных автотрансформаторов. Потери мощности в автотрансформаторах.	2		
11.	Разрядники и ограничители напряжения. Назначение. Типы и конструкции разрядников. Выбор разрядников. Ограничители напряжения.	4		
12.	Токопроводы и изоляторы. Жесткие и гибкие токопроводы. Материал и размеры проводников. Поверхностный эффект. Конструкции кабелей. Типы изоляторов и их выбор.	2		
13.	Разъединители, выключатели нагрузки. Предохранители. Назначение. Принцип работы. Конструкции. Выбор.	4		
14.	Аккумуляторы. Назначение. Устройство свинцово-кислотных аккумуляторов. Электрохимические реакции в аккумуляторе. Характеристики заряда и разряда аккумулятора. Режимы работы аккумуляторной батареи. Выбор емкости аккумуляторной батареи	2		2
15.	Электрические станции, подстанции и энергетические системы. Потребление электрической энергии. Требования к качеству энергии и надежности электроснабжения	2		
16.	Электрические станции, подстанции и энергетические системы. Типы электростанций, подстанций и их характеристики	2		
17.	Электрические станции, подстанции и энергетические системы. Режимы энергосистемы и участие электростанций в выработке электрической энергии.	2		2
18.	Схемы электростанций и подстанций. Классификация схем и требования, предъявляемые к ним. Элементы схем: их назначение и обозначение	2		
19.	Схемы электростанций и подстанций. Схемы на стороне 6(10)-35 кВ: состав, работа в нормальном, ремонтном, аварийном режимах	2		
20.	Схемы электростанций и подстанций. Схемы на стороне 110 кВ и выше: варианты «мостиков», многоугольников	2		
21.	Схемы электростанций и подстанций. Схемы с одной (двумя) рабочими и обходной системами шин: нормальный, ремонтный, аварийный, послеаварийный режимы	2		

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
22.	Схемы электростанций и подстанций. Схема с тремя выключателями на два присоединения	2		2
23.	Схемы электростанций и подстанций. Схема с четырьмя выключателями на три присоединения	2		
24.	Конструкции РУ электростанций и подстанций. Классификация конструкций. Требования к конструкции ОРУ. Конструкции ОРУ-110 по схеме «мостик»	2		
25.	Конструкции РУ электростанций и подстанций. Конструкции ОРУ-110 по схеме «квадрат»	2		
26.	Конструкции РУ электростанций и подстанций. Конструкции ОРУ-35(110) по схеме с одной рабочей секционированной шиной	2		
27.	Конструкции РУ электростанций и подстанций. Конструкции ОРУ-35(110) по схеме с одной рабочей секционированной шиной	2		2
28.	Конструкции РУ электростанций и подстанций. Конструкции ОРУ-35(110) по схеме с одной рабочей секционированной шиной	2		
29.	Схемы электроснабжения собственных нужд электростанций и подстанций. Источники рабочего и аварийного электроснабжения собственных нужд. Схемы собственных нужд тепловых станций	2		
30.	Схемы электроснабжения собственных нужд электростанций и подстанций. Схемы и работа источников оперативного напряжения электростанций и подстанций	3		
Итого:		65		14

4.4. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1.	Вводное занятие. Ознакомление с особенностями лаборатории. Техника безопасности.	2		
2.	Исследование устройства силовых трансформаторов на подстанциях	2		2
3.	Исследование распределительных устройств, распределение нагрузок по секциям шин	2		
4.	Определение расчетной мощности потребителей РУ на модели системы электроснабжения	2		
5.	Изучение конструкции и характеристик маломасленного выключателя	2		2
6.	Изучение конструкции и характеристик вакуумного выключателя	2		

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
7.	Изучение конструкции и характеристик воздушного выключателя	2		
8.	Изучение конструкции и характеристик элегазового выключателя	2		
9.	Изучение конструкции и характеристик разъединителей	2		
10.	Изучение конструкции и характеристик отделителей и короткозамыкателей	2		2
11.	Изучение конструкции и характеристик средств ограничения тока КЗ	2		
12.	Изучение конструкции и характеристик измерительных трансформаторов тока	2		
13.	Изучение конструкции и характеристик измерительных трансформаторов напряжения	2		
14.	Изучение конструкции и характеристик трансформаторов собственных нужд	2		2
15.	Изучение конструкции и характеристик источника оперативного напряжения	2		
16.	Изучение конструкции и характеристик гибких шин подстанции	2		
17.	Изучение конструкции и характеристик жестких шин подстанции	2		2
18.	Изучение конструкции и характеристик изоляторов	2		
19.	Изучение конструкции и характеристик естественных и искусственных заземлителей	2		2
20.	Изучение конструкции и характеристик защиты от перенапряжений и грозозащиты	1		
Итого:		39		12

4.5. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1.	Определение расчетной мощности потребителей РУ	2		
2.	Выбор силовых трансформаторов	2		2
3.	Выбор схемы РУ, распределение нагрузок по секциям шин	2		
4.	Расчет рабочих токов РУ	2		
5.	Расчет токов КЗ	2		
6.	Выбор выключателей РУ	2		2
7.	Выбор разъединителей	2		
8.	Выбор отделителей и короткозамыкателей	2		
9.	Выбор средств ограничения тока КЗ	2		
10.	Выбор измерительных трансформаторов тока	2		

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
11.	Выбор измерительных трансформаторов напряжения	2		
12.	Выбор трансформаторов собственных нужд	2		2
13.	Выбор источника оперативного напряжения	2		
14.	Выбор гибких шин подстанции	2		
15.	Выбор жестких шин подстанции	2		2
16.	Выбор изоляторов	2		
17.	Расчет сопротивления естественных заземлителей	2		
18.	Расчет сопротивления искусственных заземлителей	1		
19.	Расчет сопротивления стержневых заземлителей	1		
20.	Выбор защиты от перенапряжений и грозозащиты	1		2
21.	Оперативные переключения на РУ по схеме одна рабочая секционированная	1		
22.	Оперативные переключения на ОРУ-110 по схеме одна рабочая и обходная шины	1		
Итого:		39		10

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1.	Цель и задачи курса, его связь с другими дисциплинами.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	7		17
2.	Электрические схемы распределительных устройств.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	7		17
3.	Электрические контакты.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	7		17
4.	Силовое оборудование станций и подстанций.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	7		17
5.	Измерительные трансформаторы.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	7		17
6.	Разрядники и ограничители напряжения.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8		17
7.	Токопроводы и изоляторы.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8		16
8.	Аккумуляторы.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8		16

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
9.	Электрические станции, подстанции и энергетические системы.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8		16
10.	Схемы электростанций и подстанций	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8		16
11.	Конструкции РУ электростанций и подстанций.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8		16
12.	Схемы электроснабжения собственных нужд электростанций и подстанций	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8		16
13.	Курсовой проект на тему: «Проектирование силовой электрической части понижающей подстанции»	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	54		54
Итого:			145		252

4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине «Электрическая часть электрических станций и подстанций».

Тематика курсовых работ по вариантам:

1. Проектирование электрической подстанции с максимальной мощностью XX МВА и напряжением 110/10 кВ.
2. Проектирование электрической подстанции с максимальной мощностью XX МВА и напряжением 35/10 кВ.
3. Проектирование электрической подстанции с максимальной мощностью XX МВА и напряжением 110/6 кВ.
4. Проектирование электрической подстанции с максимальной мощностью XX МВА и напряжением 35/6 кВ.
5. Проектирование электрической подстанции с максимальной мощностью XX МВА и напряжением 220/10 кВ.
6. Проектирование электрической подстанции с максимальной мощностью XX МВА и напряжением 220/6 кВ.
7. Проектирование электрической подстанции глубокого ввода с максимальной мощностью XX МВА и напряжением 110/0,4 кВ.
7. Проектирование электрической подстанции глубокого ввода с максимальной мощностью XX МВА и напряжением 35/0,4 кВ.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

– традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

– использование электронных образовательных ресурсов (презентационные материалы, электронные конспект лекций, методические указания к лабораторным работам, методические указания к самостоятельному изучению дисциплины, размещенные во внутренней сети и сайте кафедры) при подготовке к лекциям и лабораторным занятиям;

– технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;

– технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие, а именно, каждая лабораторная работа выполняется несколькими студентами совместно в бригадах по 4-5 чел. Для каждой бригады имеется свое задание, общее для студентов этой бригады. Кроме этого, каждый студент получает свое индивидуальное задание к лабораторной работе, что позволяет мотивировать каждого студента на совместную работу в команде.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Старшинов В.А., Электрическая часть электростанций и подстанций: учебное пособие / Старшинов В.А. - М.: Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01261-1 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012611.html>. - Режим доступа: по подписке.

б) дополнительная литература:

1. Старшинов В.А., Электрическая часть электростанций и подстанций: учебное пособие / В.А. Старшинов, М.В. Пираторов, М.А. Козина; под ред. В.А. Старшинова. - М.: Издательский дом МЭИ, 2015. - 296 с. - ISBN 978-5-383-00874-4 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383008744.html>. - Режим доступа: по подписке.

2. Васильев, А. А. Электрическая часть станций и подстанций: учебник для вузов / А. А.Васильев. М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.

3. Крючков И.П., Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные и методические материалы для выполнения квалификационных работ: учебно-справочное пособие для вузов / Крючков И.П. - М.: Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01270-3 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012703.html>. - Режим доступа: по подписке.

в) методические указания:

1. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию «Расчет понижающей подстанции» по дисциплине «Электрические станции и подстанции» для студентов специальности 05070103 очной и заочной форм обучения/ О.С. Захарчук, Д.И. Кузьменко, Е.И. Штангеев — Луганск.: Луганский государственный университет им. В. Даля, 2015.-57 с.

2. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Электрическая часть электростанций и подстанций» для студентов специальности 05070103 очной и заочной форм обучения/ Д.И. Кузьменко, — Луганск: Луганский государственный университет им. В. Даля, 2013.-37 с.

г) интернет-ресурсы:

Научная электронная библиотека Elibrary — Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>

Справочная правовая система «Консультант Плюс» — Режим доступа: URL: <https://www.consultant.ru/sys/>

Научная библиотека имени А. Н. Коняева — Режим доступа: URL: <http://biblio.dahluniver.ru/>

Министерство образования и науки Российской Федерации — <http://минобрнауки.рф/>

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

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

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

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

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

Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учебное пособие для вузов. — 4-е изд., перераб., и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1989. — 608 с.: ил. // [Электронный ресурс]. — режим доступа: <https://bookree.org/reader?file=486321>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Электрическая часть электрических станций и подстанций» предполагает использование специализированных лабораторий (ауд. 13 компьютерно-лабораторного центра и ауд. 109 1-го корпуса) и академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

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

Программное обеспечение:

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

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Электрическая часть электрических станций и подстанций»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

Этап	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции	Критерии оценивания компетенции
Начальный	ПК-2 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	Пороговый	знать: виды главных схем электрических подстанций в системах электроснабжения; причины возникновения токов короткого замыкания на электрических подстанциях; перечень основного силового оборудования электрических подстанций; номинальные режимы работы и параметры трансформаторов подстанций, назначение суточного графика нагрузки.
Основной		Базовый	уметь: выбрать схему электрической подстанции в конкретной системе электроснабжения; рассчитать номинальные токи и токи короткого замыкания в цепях электрических подстанций; выбрать по номинальным параметрам и токам короткого замыкания силовое оборудование электрической подстанции; рассчитать и выбрать силовой трансформатор ГПП по заданным параметрам.
Заключительный		Высокий	владеть: навыками анализа схем электрической подстанции в системе электроснабжения для их совершенствования; навыками анализа значений токов короткого замыкания в цепях электрических подстанций и определения способов их снижения; навыками оптимального подбора по номинальным параметрам и токам короткого замыкания силового оборудования электрической подстанции; навыками расчёта и выбора силового трансформатора ГПП с использованием суточного графика нагрузки.

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в
результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения), очно/заочно
1	ПК-2	Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-2.1. Знать: методы сбора и анализа данных для проектирования ПК-2.2. Уметь: выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составлять конкурентно-способные варианты технических решений; обосновывать выбор целесообразного решения, подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений; осуществлять контроль соответствия разрабатываемой предпроектной документации техническому заданию и нормативно-технической документации ПК-2.3. Владеть: принципами и методами проектирования объектов профессиональной деятельности	Тема 1. Цель и задачи курса, его связь с другими дисциплинами	7/8
				Тема 2. Электрические схемы распределительных устройств	7/8
				Тема 3. Электрические контакты	7/8
				Тема 4. Силовое оборудование станций и подстанций	7/8
				Тема 5. Измерительные трансформаторы	7/8
				Тема 6. Разрядники и ограничители напряжения	7/8
				Тема 7. Токопроводы и изоляторы.	8/9
				Тема 8. Аккумуляторы.	8/9
				Тема 9. Электрические станции, подстанции и энергетические системы.	8/9
				Тема 10. Схемы электростанций и подстанций	8/9
				Тема 11. Конструкции РУ электростанций и подстанций.	8/9
				Тема 12. Схемы электроснабжения собственных нужд электростанций и подстанций	8/9

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код компетенции	Индикаторы достижений компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-2 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-2.1. Знать: методы сбора и анализа данных для проектирования	знать: виды главных схем электрических подстанций в системах электроснабжения; причины возникновения токов короткого замыкания на электрических подстанциях; перечень основного силового оборудования электрических подстанций; номинальные режимы работы и параметры трансформаторов подстанций, назначение суточного графика нагрузки.	Тема 1. Цель и задачи курса, его связь с другими дисциплинами Тема 2. Электрические схемы распределительных устройств Тема 3. Электрические контакты Тема 4. Силовое оборудование станций и подстанций Тема 5. Измерительные трансформаторы Тема 6. Разрядники и ограничители	тестовые задания к лабораторным работам
		ПК-2.2. Уметь: выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составлять конкурентно-способные варианты технических решений; обосновывать выбор целесообразного решения, подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений; осуществлять контроль соответствия разрабатываемой предпроектной документации техническому заданию и нормативно-технической документации объектов профессиональной деятельности	уметь: выбрать схему электрической подстанции в конкретной системе электроснабжения; рассчитать номинальные токи и токи короткого замыкания в цепях электрических подстанций; выбрать по номинальным параметрам и токам короткого замыкания силовое оборудование электрической подстанции; рассчитать и выбрать силовой трансформатор ГПП по заданным параметрам.	напряжения Тема 7. Токопроводы и изоляторы. Тема 8. Аккумуляторы. Тема 9. Электрические станции, подстанции и энергетические системы. Тема 10. Схемы электростанций и подстанций Тема 11. Конструкции РУ электростанций и подстанций. Тема 12. Схемы электроснабжения собственных нужд электростанций и подстанций	тестовые задания к лабораторным работам

		ПК-2.3. Владеть: принципами и методами проектирования объектов профессиональной деятельности	владеть: навыками анализа схем электрической подстанции в системе электроснабжения для их совершенствования; навыками анализа значений токов короткого замыкания в цепях электрических подстанций и определения способов их снижения; навыками оптимального подбора по номинальным параметрам и токам короткого замыкания силового оборудования электрической подстанции; навыками расчёта и выбора силового трансформатора ГПП с использованием суточного графика нагрузки.		тестовые задания к лабораторным работам
--	--	--	--	--	---

Тестовые задания к лабораторным работам по дисциплине «Микропроцессорные системы релейной защиты и автоматики»

Тестовые задания к лабораторным работам по дисциплине «Электрическая часть электрических станций и подстанций» содержат вопросы порогового, базового и высокого уровня. Вопросы порогового уровня направлены на определение наличия теоретических знаний у студента по данной дисциплине.

Тема 1.

1. Электрические станции являются ...
 - а. активной установкой, потребляющей энергию органического топлива
 - б. активным потребителем электрической энергии, которые сами её и производят
 - в. активным (генерирующим) элементом любой энергосистемы
 - г. установкой, улучшающей экологию
 - д. установкой, производящей только тепловую энергию
2. При увеличении активной мощности генератора и постоянстве тока возбуждения ...
 - а. угол δ и реактивная мощность генератора увеличиваются
 - б. угол δ и реактивная мощность генератора уменьшаются
 - в. угол δ увеличивается, а реактивная мощность уменьшается
 - г. угол δ остается постоянным, а реактивная мощность генератора увеличивается
 - д. угол δ уменьшается, а реактивная мощность генератора увеличивается

Тема 2.

1. Режим нейтрали сети 110 кВ ...
 - а. только изолированная
 - б. Только компенсированная
 - в. глухозаземленная
 - г. эффективно заземленная
 - д. изолированная или компенсированная в зависимости от величины тока замыкания на землю
2. Режим нейтрали сетей напряжением 3-35 кВ ...

- а. только изолированная
 - б. только компенсированная
 - в. глухозаземленная
 - г. эффективно заземленная
 - д. изолированная или компенсированная в зависимости от величины тока замыкания на землю
3. Режим нейтрали сетей напряжением до 1 кВ ...
- а. только изолированная
 - б. только компенсированная
 - в. глухозаземленная
 - г. эффективно заземленная
 - д. изолированная или компенсированная в зависимости от величины тока замыкания на землю

Тема 3.

1. Величина пускового электромагнитного момента двигателя пропорциональна
- а. напряжению на зажимах двигателя
 - б. квадрату частоты сети
 - в. квадрату напряжения на зажимах двигателя
 - г. частоте сети
 - д. пусковому току

Тема 4.

1. Выбор электрических аппаратов осуществляется по ...
- а. номинальным напряжению и току
 - б. термической стойкости к току КЗ
 - в. классу точности
 - г. динамической стойкости к току КЗ
 - д. отключающей способности
2. Источником реактивной мощности является ...
- а. асинхронный двигатель
 - б. токоограничивающий реактор
 - в. коммутационный аппарат
 - г. конденсатор
 - д. дугогасительный реактор
3. Трансформаторы какой мощности поставляются на место монтажа в полностью собранном виде?
- а. до 400 кВ А
 - б. до 10000 кВ А
 - в. до 1600 кВ А
 - г. до 6300 кВ А
4. Нагрузку силовых трансформаторов регламентирует ...
- а. ГОСТ 14209-85
 - б. Правила устройства электроустановок ПУЭ
 - в. ГОСТ 13109-97
 - г. РД 34.45-51.300-97. Объем и нормы испытаний электрооборудования
5. Вакуумные выключатели имеют? ... нарастание электрической прочности?
- а. исключительно быстрое
 - б. медленное
 - в. независимое
 - г. линейное
 - д. экспоненциальное
6. Для мощных силовых трансформаторов справедливо соотношение ...
- а. $R \gg X$
 - б. $R \ll X$

- в. $R \approx X$
 - г. $R \approx 1/3 X$
 - д. $R \approx 3 X$
7. Включение генератора в сеть способом точной синхронизации осуществляется
- а. при подсинхронной скорости вращения и в номинальном возбуждении
 - б. при равенстве напряжений и частот генератора и сети, и близком к нулю угле δ между векторами напряжения генератора и сети
 - в. при подсинхронной скорости вращения и последующей подаче возбуждения
 - г. при равенстве напряжений и частот генератора и сети
 - д. подачей возбуждения и разгоном генератора до подсинхронной скорости
8. Трансформатор ТРДН есть ...
- а. трансформатор, расщепление обмотки низкого напряжения, охлаждение естественное (дутье), с регулированием
 - б. трехфазный трансформатор, расщепление обмотки низкого напряжения, охлаждение принудительное воздушное (дутье), с регулированием напряжения под нагрузкой
 - в. трехфазный трансформатор, расщепление обмотки низкого напряжения, охлаждение естественное масляное, с регулированием напряжения под нагрузкой
 - г. трехфазный трансформатор, расщепление обмотки низкого напряжения, охлаждение естественное масляное и принудительное воздушное (дутье), регулирование напряжения под нагрузкой
 - д. трехфазный трансформатор, расщепление обмотки низкого напряжения, охлаждение естественное масляное и принудительное воздушное (дутье), регулирование напряжения без возбуждения
9. Коэффициент выгоды автотрансформатора определяется выражением
- а. $K_{\text{выг}} = 1 - \frac{U_{\text{ср}}}{U_{\text{выс}}}$
 - б. $K_{\text{выг}} = 1 + \frac{U_{\text{ср}}}{U_{\text{выс}}}$
 - в. $K_{\text{выг}} = \frac{U_{\text{ср}}}{U_{\text{выс}}} + 1$
 - г. $K_{\text{выг}} = \frac{U_{\text{ср}}}{U_{\text{выс}}} - 1$
 - д. $K_{\text{выг}} = 1 - \frac{U_{\text{выс}}}{U_{\text{ср}}}$
10. Группа соединения обмоток трансформаторов характеризует ...
- а. угол между векторами фазных напряжений
 - б. схему соединения обмоток трансформатора
 - в. потери мощности в трансформаторе
 - г. угол между векторами линейных ЭДС обмоток
 - д. угол между векторами тока и напряжения

Тема 5.

1. Трансформатором называется электротехническое устройство, служащее для преобразования ...
 - а) постоянного тока одного напряжения в постоянный ток другого напряжения;
 - б) переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения той же частоты;
 - в) постоянного тока в переменный ток.
2. Обмотка трансформатора, которую подключают к приёмнику переменного тока, называется:
 - а) первичной;
 - б) вторичной;
 - в) нагрузкой;
 - г) потребителем.

3. Обмотку высшего напряжения трансформатора делают из ... сечения.
 - а) медного провода большого;
 - б) медного провода малого;
 - в) алюминиевого провода большого;
 - г) алюминиевого провода малого.
4. Сердечник трансформатора собирают, из листов электротехнической стали, изолированных друг от друга для того, чтобы...
 - а) увеличить потери электрической энергии;
 - б) уменьшить потери на вихревые токи;
 - в) повысить потери на вихревые токи;
 - г) понизить электрическую энергию.
5. Основные части трансформатора ...
 - а) обмотки, магнитопровод;
 - б) преобразователь напряжения, обмотки;
 - в) электромагнит, катушки; расширитель;
 - г) обмотки, электроприёмник.
6. Потреблять электроэнергию целесообразно при напряжении ...
 - а) высоком;
 - б) низком.
7. Повышающий трансформатор понизит напряжение сети ...
 - а) может;
 - б) не может;
8. Ближе к стержню магнитопровода трансформатора располагается обмотка ... напряжения
 - а) высшего;
 - б) низшего.
9. Магнитопровод трёхфазного трансформатора имеет стержней ...
 - а) один;
 - б) два;
 - в) три;
 - г) четыре.
10. Трансформатор будет повышающим, если...
 - а) $U_1 > U_2$;
 - б) $E_1 = E_2$;
 - в) $U_1 < U_2$
 - г) $U_1 > E_1$

Тема 6.

1. Какой из перечисленных видов изоляции является лучшим для силовых кабелей высокого напряжения:
 - а. Изоляция из шитого полиэтилена
 - б. Пропитанная бумажная изоляция
 - в. ПВХ-изоляция
 - г. Изоляционные лаки
2. Каким образом подвешивают трос для линий сверхвысокого напряжения?
 - а. Без изоляторов и заземления, на каждой промежуточной опоре.
 - б. Трос крепится на изоляторах, шунтированных искровыми промежутками на всех опорах.
 - в. Трос полностью изолирован по всей длине линии и изоляторы
 - г. шунтируются искровыми промежутками.
3. При напряжении до 110 кВ грозозащитные тросы используются:
 - а. На подходах к подстанциям
 - б. На подходах к подстанциям и на трансформаторах.
 - в. На подходах к подстанциям, на трансформаторах и пересечениях с Ж/Д путями.

- г. На подходах к подстанциям, на трансформаторах, пересечениях с Ж/Д путями и на анкерных опорах.
- 4. Расширенные и полые провода используют на воздушных линиях 220кВ и выше с целью:
 - а. Снизить массу проводов
 - б. Снизить затраты за счет дешевизны подобных проводов
 - в. Для борьбы с токами рассеяния
 - г. Снизить последствия коронного разряда

Тема 7.

- 1. Выбор сечений проводников проводится, как правило, ...
 - а. по потере напряжения
 - б. по экономической плотности тока
 - в. по потере мощности
 - г. по механической прочности
 - д. по условиям короны
- 2. Минимальное по механической прочности сечение проводов определяется
 - а. районом по пляске проводов
 - б. районом по гололеду
 - в. районом по ветру
 - г. районом по грозовой деятельности
 - д. минимальной температурой воздуха
- 3. Минимальные сечения проводов ВЛ 110 кВ по условиям ограничения потерь на корону ...
 - а. 50 мм²
 - б. 70 мм²
 - в. 120 мм²
 - г. 240 мм²
- 4. Перегрузка кабелей напряжением 6-10 кВ свыше допустимого длительного тока ...
 - а. не допускается
 - б. допускается, но не более суток
 - в. допускается только на время ввода резервного питания оперативным персоналом
 - г. допускается не более 6 часов в сутки в течение 5 суток
 - д. допускается не более 5 часов в сутки в течение 6 суток
- 5. Для ВЛ напряжением до 35 кВ широко применяются ... провода
 - а. сталеалюминевые
 - б. стальные
 - в. изолированные
 - г. алюминиевые
 - д. медные
- 6. Наибольшее электродинамическое воздействие на оборудование оказывает
 - а. ударный ток КЗ
 - б. апериодическая составляющая тока КЗ
 - в. периодическая составляющая тока КЗ
 - г. действующее значение тока КЗ
 - д. установившееся значение тока КЗ
- 7. У трансформатора напряжения (ТН) вторичная обмотка, соединенная в разомкнутый треугольник, предназначена:
 - а. для контроля изоляции
 - б. для определения тока КЗ
 - в. для измерения температуры нагрева ТН
 - г. для измерения потери напряжения ТН.

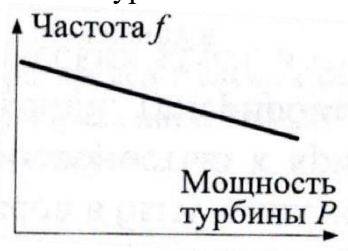
Тема 8.

- 1. Режим нейтрали сетей напряжением до 1 кВ ...

- а) только изолированная
 - б) только компенсированная
 - в) глухозаземленная
 - г) эффективно заземленная
 - д) изолированная или компенсированная в зависимости от величины тока замыкания на землю
2. Экономическая плотность тока соответствует ...
- а) минимуму потерь напряжения в линии
 - б) минимуму потерь мощности в линии
 - в) минимуму потерь энергии в линии
 - г) минимуму затрат на сооружение и эксплуатацию линии
 - д) максимальной пропускной способности линии
3. При нарушении баланса активной мощности ...
- а) изменяется частота в системе
 - б) изменяется напряжение в узлах электрической сети
 - в) частота в системе не меняется
 - г) напряжения в узлах сети не меняются
 - д) частота в системе уменьшается, а напряжения в узлах увеличиваются

Тема 9.

1. Допустимое отклонение частоты в системах электроснабжения в течение 95% времени интервала в одну неделю составляет ...
- а. $\Delta f = \pm 0,1$ Гц
 - б. $\Delta f = \pm 0,3$ Гц
 - в. $\Delta f = \pm 0,5$ Гц
 - г. $\Delta f = \pm 0,2$ Гц
 - д. $\Delta f = \pm 0,4$ Гц
2. При нарушении баланса активной мощности ...
- а. изменяется частота в системе
 - б. изменяется напряжение в узлах электрической сети
 - в. частота в системе не меняется
 - г. напряжения в узлах сети не меняются
 - д. частота в системе уменьшается, а напряжения в узлах увеличиваются
3. Приведенная ниже характеристика турбины является ...

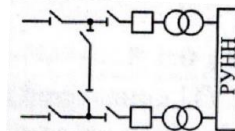


- а. характеристикой нерегулируемой турбины
 - б. характеристикой турбины со статистическим регулированием
 - в. характеристикой турбины с астатическим регулированием
 - г. асинхронной характеристикой синхронной характеристикой
4. При нарушении баланса реактивной мощности ...
- а. изменяется частота в системе
 - б. изменяется напряжение в узлах
 - в. частота в системе не меняется
 - г. напряжения в узлах сети не меняются
 - д. частота в системе уменьшается, а напряжения в узлах увеличиваются

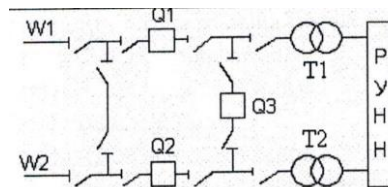
5. Основной целью регулирования напряжения в распределительных сетях напряжением 6-20 кВ является ...
 - а. обеспечение экономичного режима их работы за счет уменьшения потерь мощности и энергии
 - б. ограничение внутренних перенапряжений для обеспечения надежной работы изоляции оборудования
 - в. уменьшение потерь напряжения в сети
 - г. уменьшение потерь на корону
 - д. поддержание допустимых отклонений напряжения у потребителей
6. Основной целью регулирования напряжения в распределительных сетях напряжением 110-220 кВ является ...
 - а. поддержание допустимых отклонений напряжения у потребителей
 - б. уменьшение потерь напряжения в сети
 - в. обеспечение экономичного режима их работы за счет уменьшения потерь мощности и энергии
 - г. ограничение внутренних перенапряжений для обеспечения надежной работы изоляции оборудования
 - д. уменьшение потерь на корону
7. Запуск АПВ осуществляется по сигналу ...
 - а. диспетчерского персонала
 - б. релейной защиты
 - в. снижения напряжения
 - г. снижения частоты
 - д. повышения напряжения
8. В нормальном установившемся режиме работы синхронной машины активная мощность зависит от ...
 - а. величины тока возбуждения
 - б. величины напряжения сети
 - в. величины внешнего сопротивления
 - г. мощности первичного двигателя
 - д. величины фазового угла

Тема 10.

1. Перемычка из двух разъединителей в схеме подстанции позволяет ...



- а. осуществлять питание потребителей через два трансформатора при ремонте или повреждении одной из линий
 - б. осуществлять питание потребителей через две линии при ремонте или повреждении одного трансформатора
 - в. уменьшить токи КЗ
 - г. выровнять напряжения линий снизить коммутационные перенапряжения
2. Схема с двумя рабочими системами шин и обходной системой шин позволяет
 - а. выводить в ремонт любой выключатель соответствующего присоединения
 - б. выводить в ремонт межшинный выключатель без отключения последнего
 - в. выводить в ремонт любой выключатель без отключения соответствующего присоединения
 - г. выводить в ремонт межшинный выключатель с отключением последнего
 - д. выводить в ремонт сборную шину с отключением всех присоединений этой шины
 3. При повреждении трансформатора Т2 в схеме проходной (транзитной) подстанции автоматически ...



- а. отключается выключатель Q1
- б. отключаются выключатели Q1 и Q3
- в. отключается выключатель Q3
- г. включается выключатель Q3
- д. отключается выключатель Q2 и Q3

Тема 11.

1. Каким должен быть материал жилы кабеля, чтобы потери в питающей линии были допустимыми. $M=100\text{кВт}\cdot\text{м}$, $S=16\text{мм}$, $U=10\text{кВ}$
 - а. Алюминий
 - б. Медь
 - в. Можно и алюминий, и медь
 - г. Потери в линии с таким сечением кабеля слишком большие, необходимо выбрать другое сечение кабеля
2. Каким должен быть материал жилы кабеля, чтобы потери в питающей линии были допустимыми. $M=500\text{кВт}\cdot\text{м}$, $S=16\text{мм}$, $U=10\text{кВ}$
 - а. Алюминий
 - б. Медь
 - в. Можно и алюминий, и медь
 - г. Потери в линии с таким сечением кабеля слишком большие, необходимо выбрать другое сечение кабеля
3. Каким должен быть материал жилы кабеля, чтобы потери в питающей линии были допустимыми. $M=50\text{кВт}\cdot\text{м}$, $S=16\text{мм}$, $U=10\text{кВ}$
 - а. Алюминий
 - б. Медь
 - в. Можно и алюминий, и медь
 - г. Потери в линии с таким сечением кабеля слишком большие, необходимо выбрать другое сечение кабеля
4. Допустимо ли выполнить групповую линию освещения с общей нагрузкой $2,5\text{кВт}$, длиной 70м , кабелем ВВГ-нг $5\times 1,5$
 - а. Недопустимо, так как потери больше $1,5\%$
 - б. Недопустимо, так как потери больше 1%
 - в. Допустимо, так как потери составляют менее 3%
5. Допустимо ли выполнить распределительную линию с общей нагрузкой 10кВт , длиной 60м , кабелем ВВГ-нг $5\times 2,5$
 - а. Недопустимо, так как потери больше $1,5\%$
 - б. Недопустимо, так как потери больше 1%
 - в. Допустимо, так как потери составляют менее 3%

Тема 12.

1. Какая система охлаждения у трансформатора ТДТН-16000/110-У1
 - а. Естественное масляное охлаждение
 - б. Масляное охлаждение дутьем с естественной циркуляцией масла
 - в. Масляное охлаждение с дутьем и принудительной циркуляцией масла через воздушные охладители
 - г. Масляно-водяное охлаждение с принудительной циркуляцией масла
2. Какая система охлаждения у трансформатора ТДЦТН-63000/110-У1
 - а. Естественное масляное охлаждение
 - б. Масляное охлаждение дутьем с естественной циркуляцией масла

- в. Масляное охлаждение с дутьем и принудительной циркуляцией масла через воздушные охладители
- г. Масляно-водяное охлаждение с принудительной циркуляцией масла
- 3. Какая система охлаждения у трансформатора ТМ-630/10-У1
 - а. Естественное масляное охлаждение
 - б. Масляное охлаждение дутьем с естественной циркуляцией масла
 - в. Масляное охлаждение с дутьем и принудительной циркуляцией масла через воздушные охладители
 - г. Масляно-водяное охлаждение с принудительной циркуляцией масла
- 4. В чем состоит основное преимущество автотрансформатора
 - а. Наличие глухого заземления нейтрали
 - б. Меньшие потери и больший КПД по сравнению с двух- и трехобмоточными трансформаторами
 - в. Наличие электрической связи обмоток ВН и СН
- 5. Номинальная мощность трансформатора ТД-80000/220 составляет
 - а. 80МВА
 - б. 220кВА
 - в. 80кВА
- 6. Номинальная мощность трансформатора ТМ-2500/35 составляет
 - а. 2,5МВА
 - б. 35кВА
 - в. 2,5кВА
- 7. Номинальная мощность трансформатора ТМ-630/10 составляет
 - а. 630МВА
 - б. 10кВА
 - в. 630кВА
- 8. По количеству обмоток трансформаторы делятся на
 - а. Двухобмоточные и трехобмоточные
 - б. Двухобмоточные, трехобмоточные и трансформаторы с расщепленной обмоткой
- 9. Номинальное напряжение обмотки СН трансформатора АДЦТН-125000/220/110
 - а. 220кВ
 - б. 110кВ
 - в. 125кВ

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «Тестовые задания к лабораторным работам»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов)
хорошо (4)	Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов)
удовлетворительно (3)	Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов)
неудовлетворительно (2)	Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% тестов)

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»**

ФАКУЛЬТЕТ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ, ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ И БИОТЕХНИЧЕСКИХ
СИСТЕМ
КАФЕДРА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

ЗАДАНИЕ

Студент. _____

_____ **Ошибка! Источник ссылки не найден.** 1. Тема работы: «Проектирование электрической подстанции с максимальной активной мощностью 50 МВт и напряжением 110/35/10 кВ».

Руководитель работы: Половинка Д.В.

2. Срок подачи студентом работы 28. 03. 2023 г.

2. Исходные данные к работе.

2.1. Источник питания - районная подстанция с трехобмоточными трансформаторами с распределительными устройствами напряжением 35 и 110 кВ.

2.2. Длина линий электроснабжения от источника питания до подстанции и марка провода

	Длина линий, км	Марка провода
	20	АС-120/19

2.2. Нагрузка подстанции в максимальном режиме

	Максимальные нагрузки Р (МВт) и cosφ (о.е.) потребителей	
	P_1	$\cos \varphi_1$
	50	0,92

2.2. Характеристика нагрузки подстанции

	Нагрузка подстанции	Вторичное номинальное напряжение $U_{нн}$, кВ	Категория надежности	Район по гололоду
	Городской район с комплексной нагрузкой	10	2	4

2.2. Исходные данные для подстанции

Активная мощность нагрузки подстанции, P , МВт	Коэффициент мощности нагрузки подстанции, $\cos\varphi$, о.е.	Напряжение распределительного устройства с высшей стороны, U_{BH} , кВ	Напряжение распределительного устройства с низшей стороны, U_{HH} , кВ	Количество летних суток, n_L	Летняя нагрузка подстанции в процентах от зимней нагрузки	Длина участка, $l_{уч}$, км	Марка провода АС сечение, мм ²	Мощность короткого замыкания на шинах системы, $S_{КС}$, МВА	Количество отходящих линий с низшей стороны подстанции	Наиболее мощная нагрузка отходящей линии S_{MBA}
50	0,92	110	10	152	75	20	120	2250	12	5,5

4. Содержание пояснительной записки. Согласно календарному плану.

2. Перечень графического материала (с указанием обязательных чертежей).

1. Принципиальная схема подстанции (А1). 2. План и разрез подстанции(А1).

7. Дата выдачи задания 9.01. 2023 г.

8. Календарный план работы над проектом

№ п/п	Название этапов выполнения работ	Объем выполнения, %	Срок выполнения
1	Выбор и обоснование главной схемы подстанции и компенсация РМ потребителей	10	15.01. 2023
2	Расчет и построение суточного графика нагрузки подстанции	15	30.01. 2023.
3	Выбор типа, числа и мощности трансформаторов	15	10.02. 2023
4	Выбор и проверка оборудования на стороне высшего напряжения подстанции	20	25.02. 2023
5.	Выбор и проверка оборудования на стороне низшего напряжения подстанции	20	10.03. 2023
6.	Графическая часть проекта	20	28.03.

Студент _____
Руководитель _____

Иванов И.И.
Половинка Д.В.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству курсовой проект

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Проект выполнен на высоком уровне (правильные ответы на защите даны на 90-100% вопросов)
хорошо (4)	Проект выполнен на среднем уровне (правильные ответы на защите даны на 75-89% вопросов)
удовлетворительно (3)	Проект выполнен на низком уровне (правильные ответы на защите даны на 50-74% вопросов)
неудовлетворительно (2)	Проект выполнен на неудовлетворительном уровне (правильные ответы на защите даны менее чем на 50% вопросов)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачёт)

Теоретические вопросы

1. Электрические станции и подстанции основные понятия и определения
2. Графики нагрузки электроустановок
3. Параметры графиков нагрузки
4. Участие тепловых электростанций в производстве электроэнергии
5. Участие паротурбинных конденсационных электростанций в производстве электроэнергии
6. Участие паротурбинных теплофикационных электростанций в производстве электроэнергии
7. Участие газотурбинных электростанций в производстве электроэнергии
8. Участие атомных электростанций в производстве электроэнергии
9. Участие гидроэлектростанций в производстве электроэнергии
10. Участие электростанций разных типов в производстве электроэнергии
11. Турбогенераторы
12. Гидрогенераторы
13. Системы охлаждения генераторов
14. Косвенные системы охлаждения генераторов
15. Непосредственное (форсированное) охлаждение генераторов
16. Системы возбуждения генераторов
17. Электромашинные системы возбуждения
18. Независимое высокочастотное возбуждение генераторов с полупроводниковыми выпрямителями
19. Независимое тиристорное возбуждение генераторов
20. Бесщеточное независимое возбуждение генераторов
21. Самовозбуждение генераторов с полупроводниковыми преобразователями
22. Автоматическое гашение поля генераторов
23. Автоматическое регулирование возбуждения генераторов
24. Релейная форсировка возбуждения генераторов

25. Компаундирование возбуждения генераторов
26. Силовые трансформаторы
27. Силовые автотрансформаторы
28. Номинальные параметры трансформаторов
29. Схемы и группы соединения обмоток трансформаторов
30. Элементы конструкции трансформаторов
31. Системы охлаждения силовых трансформаторов
32. Нагрузочная способность трансформаторов
33. Тепловой расчет трансформаторов
34. Особенности автотрансформаторов
35. Регулирование напряжения трансформаторов
36. Динамическое действие токов к.з.
37. Термическое действие токов к.з.
38. Ограничение токов короткого замыкания
39. Реакторы
40. Шинные конструкции
41. Режимы работы электроустановок
42. Выбор шинных конструкций
43. Выбор токопроводов и проводов воздушных линий
44. Выбор кабелей
45. Высоковольтные выключатели
46. Масляные выключатели
47. Воздушные выключатели
48. Элегазовые выключатели
49. Электромагнитные выключатели
50. Вакуумные выключатели
51. Выключатель нагрузки
52. Разъединители
53. Отделители и короткозамыкатели
54. Плавкие предохранители
55. Измерительные трансформаторы напряжения
56. Измерительные трансформаторы тока

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Теоретические вопросы

1. Электрические станции и подстанции основные понятия и определения
2. Графики нагрузки электроустановок
3. Параметры графиков нагрузки
4. Участие тепловых электростанций в производстве электроэнергии
5. Участие паротурбинных конденсационных электростанций в производстве электроэнергии
6. Участие паротурбинных теплофикационных электростанций в производстве электроэнергии
7. Участие газотурбинных электростанций в производстве электроэнергии
8. Участие атомных электростанций в производстве электроэнергии

9. Участие гидроэлектростанций в производстве электроэнергии
10. Участие электростанций разных типов в производстве электроэнергии
11. Турбогенераторы
12. Гидрогенераторы
13. Системы охлаждения генераторов
14. Косвенные системы охлаждения генераторов
15. Непосредственное (форсированное) охлаждение генераторов
16. Системы возбуждения генераторов
17. Электромашинные системы возбуждения
18. Независимое высокочастотное возбуждение генераторов с полупроводниковыми выпрямителями
19. Независимое тиристорное возбуждение генераторов
20. Бесщеточное независимое возбуждение генераторов
21. Самовозбуждение генераторов с полупроводниковыми преобразователями
22. Автоматическое гашение поля генераторов
23. Автоматическое регулирование возбуждения генераторов
24. Релейная форсировка возбуждения генераторов
25. Компаундирование возбуждения генераторов
26. Силовые трансформаторы
27. Силовые автотрансформаторы
28. Номинальные параметры трансформаторов
29. Схемы и группы соединения обмоток трансформаторов
30. Элементы конструкции трансформаторов
31. Системы охлаждения силовых трансформаторов
32. Нагрузочная способность трансформаторов
33. Тепловой расчет трансформаторов
34. Особенности автотрансформаторов
35. Регулирование напряжения трансформаторов
36. Динамическое действие токов к.з.
37. Термическое действие токов к.з.
38. Ограничение токов короткого замыкания
39. Реакторы
40. Шинные конструкции
41. Режимы работы электроустановок
42. Выбор шинных конструкций
43. Выбор токопроводов и проводов воздушных линий
44. Выбор кабелей
45. Высоковольтные выключатели
46. Масляные выключатели
47. Воздушные выключатели
48. Элегазовые выключатели
49. Электромагнитные выключатели
50. Вакуумные выключатели
51. Выключатель нагрузки
52. Разъединители

53. Отделители и короткозамыкатели
54. Плавкие предохранители
55. Измерительные трансформаторы напряжения
56. Измерительные трансформаторы тока
57. Блочные схемы
58. Мостиковые схемы
59. Схема квадрата
60. Одна рабочая система шин с обходной
61. Две рабочие системы шин с обходной
62. Схемы 3/2 и 4/3

Практические задания

Задача 1. Выбрать сечение трехжильного бронированного кабеля с бумажной изоляцией, алюминиевыми жилами, алюминиевой оболочкой с нагрузкой на конце. Исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Нагрузка, кВт	50	700	640	30	67	500	450	45	40	400
Напряжение, кВ	0,38	6	6	0,38	0,38	6	6	0,38	0,38	6
$\cos \gamma$	0,85	0,88	0,92	0,9	0,95	0,86	0,88	0,9	0,91	0,85
Продолжительность использования максимума нагрузки, час	5100	3500	4000	5400	5500	4200	5700	6000	5300	3700
Длина линии, км	0,1	1,2	1,5	0,25	0,09	4,0	3,5	0,1	0,21	2,9
Способ прокладки	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
а) в воздухе	2	-	3	-	4	-	2	-	3	-
б) в траншее	100	-	200	-	150	-	250	-	100	-
в) расстояние между кабелями, мм										
Температура окружающей среды, °С	10	20	15	25	20	30	18	28	8	23
Индуктивное сопротивление 1 км линии, Ом/км	0,07	0,4	0,07	0,4	0,07	0,4	0,07	0,4	0,07	0,4
Установившийся ток к. з., кА	3,2	3,7	2,4	2,8	3,5	1,8	2,6	3,9	4,0	1,9
Длительность протекания тока к. з., С	1	0,8	0,5	0,8	0,4	1,2	0,7	0,4	0,2	1,0
Допустимая потеря напряжения, %	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Задача 2. Выбрать сечение трехфазной воздушной линии электропередачи, выполненной проводом АС для питания нагрузки, присоединенной на конце. Исходные данные приведены в таблице 2.

Таблица 2

№ варианта	Мощность энергосистемы S_c , МВ*А	Относительное сопротивление систем X_{*c}	Мощность силового трансформатора S_T , МВ*А Напряжение короткого замыкания $U_{кз}$, %	Параметры реактора	Длина линии в км и ее индуктивное сопротивление, Ом/км					Точка к.з.
					$\frac{U_{cp1}}{U_{cp2}}, \frac{\kappa B}{\kappa B}$	$\frac{l_1}{x_0}$	$\frac{l_2}{x_0}$	$\frac{l_3}{x_0}$	$\frac{l_4}{x_0}$	
1	∞	0	63/10,5	РБ-10-1000-2,8	115/10,5	20/0,4	1,5/0,08	1,5/0,08	-	К-1
2	1000	0,08	40/10,5	РБ-6-1000-2,2	115/6,3	20/0,4	0,8/0,08	8/0,08	1/0,08	К-2
3	2000	0,05	25/8	РБУ-10-1000-4,5	37/10,5	10/0,4	1/0,08	1/0,08	-	К-1
4	∞	0	16/10	РБ-6-630-4	37/6,3	8/0,4	0,5/0,08	0,5/0,08	0,8/0,08	К-2
5	800	0,1	10/14	РБ-10-630-4	37/10,5	12/0,4	2/0,08	2/0,08	-	К-1
6	1600	0,09	40/10,5	РБ-10-1000-0,45	115/10,5	15/0,4	1,2/0,07	1,2/0,07	0,5/0,08	К-2
7	∞	0	25/8	РБ-10-1000-0,28	115/10,5	10/0,4	0,9/0,08	0,9/0,08	-	К-1
8	1500	0,06	40/10,5	РБ-10-1000-0,22	115/10,5	12/0,4	1,5/0,07	1,5/0,07	1/0,07	К-2
9	∞	0	16/10	РБ-6-630-0,4	37/6,3	5/0,4	0,4/0,08	0,4/0,08	0,6/0,08	К-2
10	∞	0	40/10	РБ-10-1000-0,28	115/10,5	17/0,4	2,5/0,08	2,5/0,08	-	К-1

Задача 3. Рассчитать токи и мощность трехфазного короткого замыкания для схемы, приведенной на рисунке 1. Расчетные данные приведены в таблице 3.

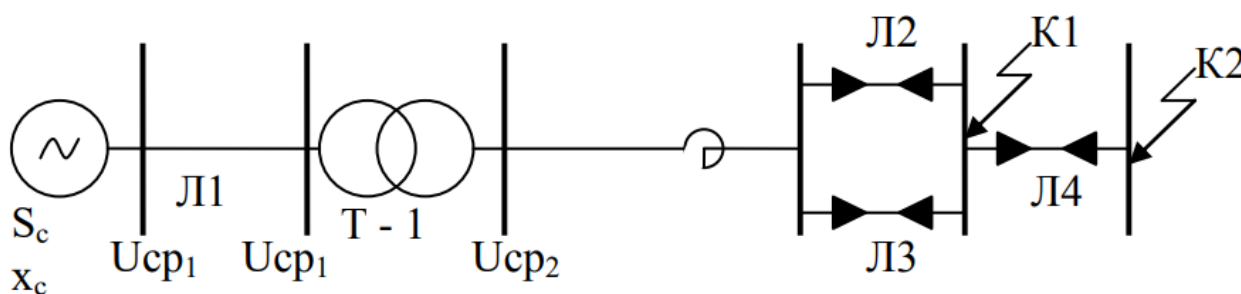


Рис. 1.

Таблица 3

№ варианта	Мощность энергосистемы S_c , мВ*А	Относительное сопротивление систем X_{*c}	Мощность силового трансформатора $S_{т}$, мВ*А	Параметры реактора	Длина линии в км и ее индуктивное сопротивление, Ом/км					Точка к.з.
			Напряжение короткого замыкания $U_{кз}$, %		$\frac{U_{cp1}}{U_{cp2}}$, $\frac{\kappa B}{\kappa B}$	$\frac{l_1}{x_0}$	$\frac{l_2}{x_0}$	$\frac{l_3}{x_0}$	$\frac{l_4}{x_0}$	
1	∞	0	63/10,5	РБ-10-1000-2,8	115/10,5	20/0,4	1,5/0,08	1,5/0,08	-	К-1
2	1000	0,08	40/10,5	РБ-6-1000-2,2	115/6,3	20/0,4	0,8/0,08	8/0,08	1/0,08	К-2
3	2000	0,05	25/8	РБУ-10-1000-4,5	37/10,5	10/0,4	1/0,08	1/0,08	-	К-1
4	∞	0	16/10	РБ-6-630-4	37/6,3	8/0,4	0,5/0,08	0,5/0,08	0,8/0,08	К-2
5	800	0,1	10/14	РБ-10-630-4	37/10,5	12/0,4	2/0,08	2/0,08	-	К-1
6	1600	0,09	40/10,5	РБ-10-1000-0,45	115/10,5	15/0,4	1,2/0,07	1,2/0,07	0,5/0,08	К-2
7	∞	0	25/8	РБ-10-1000-0,28	115/10,5	10/0,4	0,9/0,08	0,9/0,08	-	К-1
8	1500	0,06	40/10,5	РБ-10-1000-0,22	115/10,5	12/0,4	1,5/0,07	1,5/0,07	1/0,07	К-2
9	∞	0	16/10	РБ-6-630-0,4	37/6,3	5/0,4	0,4/0,08	0,4/0,08	0,6/0,08	К-2
10	∞	0	40/10	РБ-10-1000-0,28	115/10,5	17/0,4	2,5/0,08	2,5/0,08	-	К-1

Задача 4. Рассчитать защитное заземление подстанции 110/10 кВ. Периметр П, удельное сопротивление грунта ρ , сопротивление известных заземлителей: оболочек кабелей и троса ВЛ заданы в таблице 4 по вариантам. Для заземления применяются прутковые электроды диаметром $d = 15$ мм и длиной $l = 5$ мм. Размещение электродов по контуру. Коэффициент экранирования η принять равным 0,42. Нормированное значение $R_{3норм}$ для данной электроустановки принять по ПУЭ. Определить количество вертикальных электродов «п», расстояние между электродами «а». Выбрать профиль и сечение горизонтальных проводников, их (уд.) сопротивление не учитывать. Количество элементов «п» округляем до целого значения, расстояние «а» до десятых долей метра.

Таблица 4

№ варианта	П (м)	$\rho (O_m * m)$	$r_k (O_m)$	$r_{тр} (O_m)$
1	185	100	1,50	1,35
2	180	110	1,55	1,42
3	175	105	1,60	1,48
4	170	110	1,65	1,53
5	165	85	1,70	1,58
6	160	90	1,75	1,62
7	185	105	1,80	1,50
8	190	100	1,75	1,45
9	185	95	1,70	1,40
10	180	90	1,65	1,35

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль («экзамен»)

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

Лист изменений и дополнений

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