



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
В.Р. Храпшин

03.02.2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ И ПОДСТАНЦИИ***

Направление подготовки (специальность)  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Электроснабжение

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроснабжения промышленных предприятий
Курс	4

Магнитогорск  
2026 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Электроснабжения промышленных предприятий  
22.01.2026, протокол № 4

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.В. Варганова

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
03.02.2026 г. протокол № 5

Председатель \_\_\_\_\_ В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:  
профессор кафедры ЭПИ, д-р техн. наук

\_\_\_\_\_ А.В. Малафеев

Рецензент:  
зам. начальника ЭТО  
АО «МАГНИТОГОРСКИЙ ГИПРОМЕЗ»

\_\_\_\_\_ А.Ю. Литвинов



## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.В. Варганова

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.В. Варганова

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.В. Варганова

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.В. Варганова

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2031 - 2032 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.В. Варганова

---

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью преподавания дисциплины «Электрические станции и подстанции» является формирование у студентов знаний в вопросах устройства и работы высоковольтных электрических аппаратов, схем и компоновок электрической части электро-станций промышленных предприятий, режимов их работы, управления.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Электрические станции и подстанции» входит в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика

Общая энергетика

Электрические машины

Электроэнергетические системы и сети

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Электроснабжение

Эксплуатация и монтаж систем электроснабжения

Надежность систем электроснабжения

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Электрические станции и подстанции» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-3	Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования и проводить обоснование проектных решений, а также оформлять техническую документацию на различных стадиях разработки проекта
ПК-3.1	Разрабатывает и оформляет комплекты проектной и рабочей документации простых узлов системы электроснабжения объектов капитального строительства
ПК-3.2	Выбирает оптимальные технические решения для разработки отдельных разделов на различных стадиях проекта системы электроснабжения объекта капитального строительства
ПК-3.3	Выбирает оборудование для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов капитального строительства
ПК-5	Способен оценивать нормальные, утяжеленные и послеаварийные режимы и ликвидировать аварийные режимы работы объектов профессиональной деятельности
ПК-5.1	Организовывает проведение аварийно-восстановительных и ремонтных работ на оборудовании подстанций
ПК-5.2	Проводит профилактические испытания и осуществляет анализ функционирования устройств релейной защиты и автоматики

ПК-5.3	Составляет схемы замещения на обслуживаемом оборудовании, рассчитывает параметры режима короткого замыкания на оборудовании РУ и ЛЭП, рассчитывает и выбирает уставки и характеристики устройств РЗА
--------	--

#### 4 Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 20,4 акад. часов;
- аудиторная – 16 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,4 акад. часов;
- самостоятельная работа – 114,9 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. час.

Форма аттестации – курсовой проект, экзамен.

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Теоретический раздел								
1.1 1. Введение. Классификация электрических станций и подстанций. Технологический процесс производства электроэнергии. Графики нагрузки электрических станций и подстанций. Синхронные генераторы электрических станций.	4	1			5	– самостоятельное изучение учебной литературы; – проработка лекционного материала.	Входной контроль.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
1.2 2. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы. Общие сведения об оборудовании распределительных устройств. Выключатели высокого напряжения. Разъединители, отделители, короткозамыкатели, выключатели нагрузки. Приводы коммутационных аппаратов. Измерительные		1			5	– самостоятельное изучение учебной литературы; – проработка лекционного материала.	Экспресс-опрос.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
1.3 3. Ограничение токов короткого замыкания. Выбор электрооборудования распределительных устройств. Токоведущие части распределительных устройств станций и подстанций.		1			5	– самостоятельное изучение учебной литературы; – проработка лекционного материала.	Экспресс-опрос.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

1.4	4.	Схемы электрических соединений электрических станций и под-станций. Защитное заземление и грозозащита распределительных устройств и оборудования подстанций. Конструкции и компоновки распределительных		1			5	– самостоятельное изучение учебной литературы; – проработка лекционного материала.	Экспресс-опрос.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
Итого по разделу			4				20			
2. Лабораторные занятия										
2.1	5.	Вводный инструктаж. Лабораторная работа №1 «Включение синхронного генератора на параллельную работу с сетью методом точной ручной синхронизации»	4		2		2	– выполнение лабораторной работы; – подготовка к защите.	Защита лабораторной работы №1.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
2.2	6.	Лабораторная работа №2 «Оперативные переключения в распределительных устройствах электрических станций и подстанций».			2		6	– выполнение лабораторной работы; – подготовка к защите.	Защита лабораторной работы №2.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
Итого по разделу				4			8			
3. Практические занятия										
3.1	7.	Практическое занятие №1 «Расчет электрических нагрузок понизительной подстанции и выбор компенсирующих устройств. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов. Проверка трансформаторов по условиям режимов аварийных и систематических перегрузок».	4			2	15	– самостоятельное принятие проектных решений и выполнение расчетов с использованием рекомендованной литературы и Интернет-источников и с консультациями преподавателя	Выполнение раздела курсового проекта «Расчет электрических нагрузок».	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
3.2	8.	Практическое занятие №2 «Выбор и обоснование схем соединений при проектировании подстанции. Расчет токов короткого замыкания в максимальном и минимальном режимах с учетом подпитки от высоковольтных двигателей».				2	21,5	– самостоятельное принятие проектных решений и выполнение расчетов с использованием рекомендованной литературы и Интернет-источников и с консультациями преподавателя	Выполнение раздела курсового проекта «Выбор схем распределительных устройств».	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

3.3 9. Практическое занятие №3 «Выбор и проверка выключателей и разъединителей. Выбор и проверка измерительных трансформаторов тока и напряжения. Выбор и проверка ошиновки распределительных устройств».			2	25,4	– самостоятельное принятие проектных решений и выполнение расчетов с использованием рекомендованной литературы и Интернет-источников и с консультациями преподавателя	Выполнение раздела курсового проекта «Выбор оборудования и токоведущих частей распределительных устройств».	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
3.4 10. Практическое занятие №4 «Разработка конструктивного исполнения открытого и закрытого распределительных устройств, компоновок и схем заполнения. Выбор оперативного тока. Расчет нагрузок и выбор трансформаторов собственных нужд».			2	25	– самостоятельное принятие проектных решений и выполнение расчетов с использованием рекомендованной литературы и Интернет-источников и с консультациями преподавателя	Выполнение раздела курсового проекта «Конструкция распределительных устройств».	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
3.5 11. Подготовка к экзамену.					– самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций.	Экзамен.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
Итого по разделу			8	86,9			
Итого за семестр	4	4	8	114,9		экзамен, кп	
Итого по дисциплине	4	4	8	114,9		курсовой проект, экзамен	

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Электрические станции и подстанции» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Электрические станции и подстанции» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении практических занятий используются работа в команде и методы ИТ, при проведении лабораторных работ – работа в команде.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при решении задач на практических занятиях, при выполнении курсового проекта, при подготовке к контрольным работам и итоговой аттестации.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Кудинов, А. А. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование : учебное пособие / А.А. Кудинов. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 325 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-019521-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2125135> (дата обращения: 21.01.2026). – Режим доступа: по подписке.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Панова, Е. А. Проектирование систем оперативного тока электрических станций и подстанций : учебное пособие / Е. А. Панова, А. В. Варганова, А. В. Малафеев ; МГТУ. – Магнитогорск : МГТУ, 2017. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Загл. с титул. экрана. – URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1921>. – Макрообъект. – Текст : электронный. – ISBN 978-5-9967-1016-4. – Сведения доступны также на CD-ROM. - дата обращения: 21.01.2026.

2. Малафеев, А. В. Конструкции вакуумных выключателей напряжением 10-110 кВ : учебное пособие / А. В. Малафеев, Е. А. Панова, А. В. Варганова ; МГТУ. – Магнитогорск : МГТУ, 2016. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Загл. с титул. экрана. – URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1648>. – Макрообъект. – Текст : электронный. – Сведения доступны также на CD-ROM. - дата обращения: 21.01.2026.

3. Малафеев, А. В. Конструкции элегазовых выключателей : учебное пособие / А. В. Малафеев, Е. А. Панова, А. В. Варганова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Загл. с титул. экрана. – URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1644>. – Макрообъект. – Текст : электронный. – Сведения доступны также на CD-ROM. - дата обращения: 21.01.2026.

4. Немировский, А. Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций : учебное пособие / А. Е. Немировский, И. Ю. Сергиевская, Л. Ю. Крепышева. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 176 с. - ISBN 978-5-9729-1361-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2102081> (дата обращения: 21.01.2026). – Режим доступа: по подписке.

**в) Методические указания:**

1. Малафеев, А. В. Включение на параллельную работу с сетью синхронного генератора методом точной ручной синхронизации [Текст]: методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Электрические станции и подстанции» для студентов специальности 140211 всех форм обучения и направления 140200 / А. В. Малафеев, Е. А. Панова, А. В. Кочкина. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. тех. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – 8 с. – Текст : непосредственный.

2. Малафеев, А. В. Порядок оперативных переключений в схемах распределительных устройств [Текст]: методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Электрические станции и подстанции» для обучающихся направления 140400.62, профиль «Электроснабжение» всех форм обучения / А. В. Малафеев, Е. А. Панова, А. В. Кочкина. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. – 16 с. – Текст : непосредственный.

3. Игуменцев, В. А. Проектирование систем электроснабжения собственных нужд местных электростанций [Текст]: методическая разработка к курсовому и дипломному проектированию для студентов специальности 140211 и направления 140200 всех форм обучения / В. А. Игуменцев, А. В. Малафеев, Е. А. Панова, А. В. Кочкина. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. тех. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – 42 с. – Текст : непосредственный.

4. Малафеев, А. В. Электрические станции и подстанции [Текст]: рабочая программа, методические указания и контрольные задания для студентов специальности 140211 заочной формы обучения / А. В. Малафеев, Е. А. Панова, А. В. Кочкина. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. тех. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – 8 с. – Текст : непосредственный.

5. Малафеев, А. В. Системы оперативного постоянного тока [Текст]: методическая разработка к курсовому и дипломному проектированию для студентов направления 140400.62 «Электроэнергетика и электротехника», профиль Электроснабжение всех форм обучения / А. В. Малафеев, Е. А. Панова, А. В. Кочкина. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. тех. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 72 с. – Текст : непосредственный.

6. Малафеев, А. В. Системы оперативного переменного и выпрямленного тока [Текст]: методические указания к курсовому и дипломному проектированию для студентов направления подготовки 140400.62 «Электроэнергетика и электротехника», профиль Электроснабжение всех форм обучения / А. В. Малафеев, А. В. Кочкина, Е. А. Панова. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 23 с. – Текст : непосредственный.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
LibreOffice	свободно распространяемое ПО	бессрочно

FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое ПО	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	<a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	<a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронная база периодических изданий ООО «ИВИС»	<a href="https://eivis.ru/">https://eivis.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

2. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория электрических станций и подстанций и ЭТУ (ауд. 342). 1. Лабораторный комплекс «Электроэнергетика – Электрические станции и подстанции» ЭЭ1-ЭСР-С-К производства ООО «Учебная техника»; Лабораторный комплекс «Электроэнергетика – Распределительные устройства электрических станций и подстанций» ЭЭ1-РУ-С-Р производства ООО «Учебная техника». Макет понизительной подстанции 220/110 кВ (расположен в ауд. 339).

3. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Доска, мультимедийный проектор, экран.

4. Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы обучающихся. Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования

3. Преподавательская-исследовательская:

1) План РУ подстанции 110/6(10) кВ. Разрез ячейки силового трансформатора и ячейки ШСВ;

2) Разрез полюса вакуумного выключателя типа ВВ/TEL-10-20/1000У2;

3) Турбогенераторы ALSTOM;

4) Конструктивное исполнение трансформатора тока типа ТГФ;

5) Кинематическая схема электромагнитного привода ПЭ-21;

6) Основные группы операций при замене выключателя электрической цепи шиносоединительным выключателем;

7) Конструктивное исполнение силового трансформатора типа ТРДН-63000/110-У1;

8) Основные группы операций при замене выключателя электрической цепи обходным выключателем;

- 9) Конструктивное исполнение и принцип действия аккумуляторной батареи серии LM DIN 40742 OPzS;
  - 10) Конструктивное исполнение ячейки комплектного распределительного устройства с элегазовой изоляцией серии ЯГК-110Л;
  - 11) Внутреннее устройство ячейки комплектного распределительного устройства серии «Классика» D-12P;
  - 12) Кинематическая схема пружинного привода ПП-67;
  - 13) Конструктивное исполнение элегазового выключателя ВГБУ-110;
  - 14) Внутреннее устройство камеры КСО-СЭЩ с вакуумным выключателем.
4. Наглядные пособия и предметы:
- 15) Полюс выключателя ВМГ-133 (ауд. 217).
  - 16) Полюс выключателя ВК-10 (ауд. 217).
  - 17) Полюс выключателя ВМП-10 (ауд. 217).
  - 18) Дугогасительная камера КДВ (ауд. 217).
  - 19) Ячейка КРУ серии КВ-1 (ауд. 1/6).
  - 20) Переключатель ответвлений трехфазный РПН (ауд. 1/6).
  - 7) Выпрямительный агрегат зарядно-подзарядный ВАЗП (ауд. 1/6).

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

(обязательное)

### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Аудиторная самостоятельная работа студентов на лабораторных занятиях заключается в самостоятельном выполнении экспериментальной части работы под контролем преподавателя; на практических занятиях самостоятельная работа осуществляется под контролем преподавателя в виде решения задач и выполнения упражнений, которые определяет преподаватель для студента.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения с проработкой материала, выполнения расчетной части лабораторных работ и оформления отчетов, подготовке к их защите, выполнения разделов курсового проекта с консультациями преподавателя.

#### **Лабораторные работы:**

##### **Лабораторная работа №1**

Включение синхронного генератора на параллельную работу с сетью методом точной ручной синхронизации.

##### **Лабораторная работа №2**

Оперативные переключения в распределительных устройствах электрических станций и подстанций.

#### **Характеристика курсового проекта**

При изучении дисциплины «Электрические станции и подстанции» студенты выполняют курсовой проект по проектированию главной понизительной подстанции конкретного промышленного предприятия. Назначение курсового проекта состоит в усвоении методов проектирования электрических подстанций, более глубоком изучении отдельных вопросов, связанных с расчетом и выбором основного электрооборудования и приобретении навыков самостоятельной работы. Курсовой проект включает расчетно-пояснительную записку объемом до 70 стр. и графическую часть в составе однолинейной электрической схемы подстанции, плана открытого распределительного устройства и разреза по ячейкам.

Курсовой проект содержит следующие разделы:

1. Расчет электрических нагрузок: расчет максимальных значений активной и реактивной нагрузок; выбор устройств компенсации реактивной мощности, определение ординат графиков активной и реактивной нагрузок.
2. Выбор числа и мощности трансформаторов: выбор числа трансформаторов, типов и способов их установки на ГПП, выбор мощности трансформаторов, определение номинальной мощности трансформаторов по допустимым условиям нормального и аварийного режимов.
3. Выбор схем распределительных устройств.
4. Расчет токов короткого замыкания в максимальном и минимальных режимах: выбор расчетных точек короткого замыкания, составление расчетной схемы и схемы замещения, расчет тока трехфазного короткого замыкания.
5. Выбор оборудования и токоведущих частей распределительных устройств: Детальная разработка главной электрической схемы. Выполнение 1-го листа графической части.
6. Собственные нужды подстанции: определение нагрузки трансформаторов собственных нужд, выбор числа и мощности трансформаторов собственных нужд.
7. Выбор оперативного тока.
8. Конструкция распределительных устройств: разработка конструктивного исполнения подстанции, составление схемы заполнения ЗРУ. Выполнение 2-го листа

графической части проекта.

9. Молниезащита подстанции.

10. Расчет заземляющих устройств.

Результаты курсового проекта являются исходными данными для выполнения курсовой работы по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем». Каждому студенту выдается индивидуальное задание. Еженедельно проводится контроль выполнения разделов проекта с обязательной отметкой о выполненном объеме. В помощь студенту на кафедре ЭПП разработаны методические указания по проектированию понизительной подстанции, разработке конструктивного исполнения открытых и закрытых распределительных устройств, разработке главных схем подстанций. При выполнении раздела «Разработка конструктивного исполнения» проводится экскурсия на понизительные подстанции №77 (узловая) и №94 (глубокого ввода) цеха электрических сетей и подстанций ОАО «ММК». С целью повышения эффективности выполнения курсового проекта регулярно проводятся индивидуальные консультации. При выполнении курсового проекта необходимо пользоваться основной и дополнительной литературой и другими источниками (Интернет-ресурсы, заводская информация, руководящие материалы проектных институтов). При оформлении графической части проекта рекомендуется использование апробированных программных пакетов, что позволяет значительно повысить качество и оперативность работы. По окончании курсового проектирования преподавателем назначается дата защиты.

**Для защиты курсового проекта** необходимо получить допуск преподавателя. Для этого необходимо за пять дней до защиты с целью идентификации несоответствий и выявления ошибок необходимо представить пояснительную записку объемом не более 70 страниц и графическую часть в объеме двух листов формата А1 в соответствии с нормативными документами. Выявленные ошибки должны быть качественно устранены в определенные преподавателем сроки. После доработки студентом курсового проекта при отсутствии замечаний со стороны преподавателя студент допускается к защите курсового проекта.

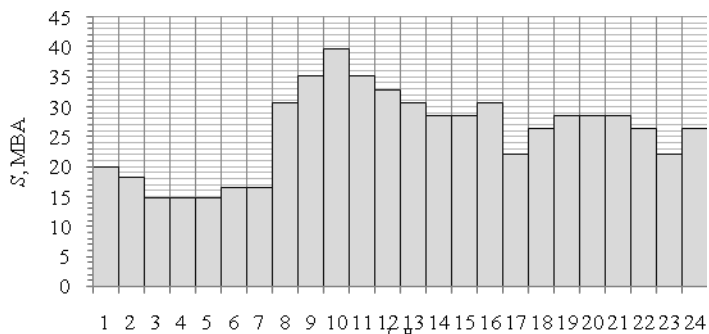
**Защита курсового проекта** проводится в форме открытого доклада. Для проведения защиты заведующим кафедрой назначается комиссия. Защита включает в себя устное сообщение в соответствии с тематикой курсового проекта. По окончании доклада присутствующими задаются дополнительные вопросы. По результатам защиты и хода выполнения курсового проекта выставляется итоговая оценка.

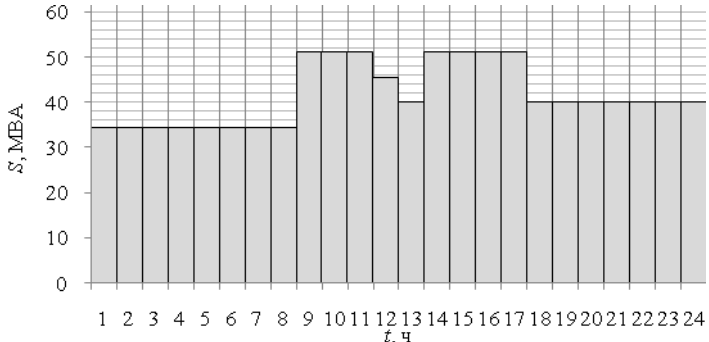
**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**  
**(обязательное)**

**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

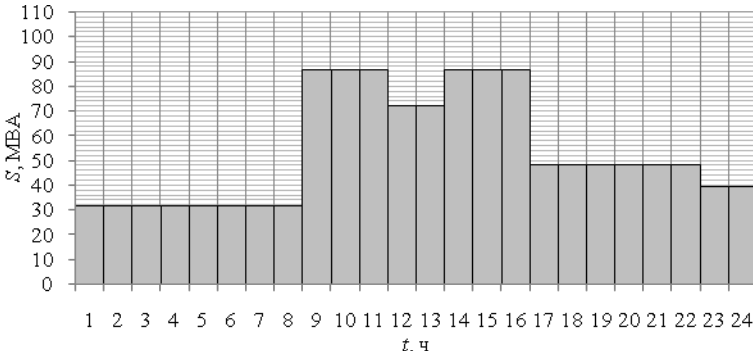
**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-3.1	Разрабатывает и оформляет комплекты проектной и рабочей документации простых узлов системы электроснабжения объектов капитального строительства	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация электрических станций и подстанций.</li> <li>2. Технологический процесс конденсационной электростанции.</li> <li>3. Особенности конденсационных и теплофикационных электростанций.</li> <li>4. Технологический процесс теплофикационной электростанции.</li> <li>5. Классификация, особенности и принцип работы ГЭС.</li> <li>6. Графики нагрузки электростанций и потребителей.</li> <li>7. Номинальные токи и напряжения оборудования.</li> <li>8. Режимы работы оборудования.</li> <li>9. Конструктивное исполнение синхронных генераторов.</li> <li>10. Номинальные параметры синхронных генераторов.</li> <li>11. Параллельная работа синхронных генераторов.</li> <li>12. Системы охлаждения синхронных генераторов.</li> <li>13. Системы возбуждения синхронных генераторов.</li> <li>14. Автоматическое гашение поля.</li> <li>15. Режимы работы синхронных генераторов.</li> <li>16. Классификация трансформаторов.</li> <li>17. Конструктивное исполнение трансформаторов.</li> <li>18. Параллельная работа трансформаторов.</li> </ol> <p>1. Выбрать и проверить кабельную линию для присоединения асинхронного электродвигателя. Расчетное значение периодической слагающей тока короткого замыкания в начальный момент времени составляет 7,19 кА.</p> <p>Номинальные параметры двигателя:  <math>P_{\text{ном}}=1250</math> кВт; <math>U_{\text{ном}}=6</math> кВ; <math>\cos\varphi_{\text{ном}}=0,85</math>; <math>\eta_{\text{ном}}=94\%</math>.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																																																		
		<p>2. Распределительное устройство подстанции напряжением 10 кВ предполагается выполнить жесткими шинами прямоугольного сечения <math>60 \times 8 \text{ мм}^2</math>. Осуществить выбор и проверку опорных изоляторов для указанной шинной конструкции при расстоянии между фазами ошиновки <math>a=300 \text{ мм}</math>, длине полосы <math>l=750 \text{ мм}</math>, ударном значении тока короткого замыкания <math>i_{уд}=37 \text{ кА}</math>.</p> <p>3. На подстанции, график нагрузок которой показан на рисунке, предполагается установка трансформаторов <math>2 \times \text{ТРДН-25000/110}</math>. Проверить данный трансформатор по нагрузочной способности, при условии, что 30% потребителей подстанции относятся к III категории по надежности электроснабжения, а для компенсации реактивной мощности используются два синхронных двигателя мощностью 1250 кВт и 6 компенсирующих устройств типа КУ-10,5-1800 и два компенсирующих устройства типа КУ-10,5-900.</p>  <table border="1" data-bbox="1209 909 1915 1244"> <caption>Approximate data from the load chart (S, MVA)</caption> <thead> <tr> <th>Hour</th> <th>Load (MVA)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>20</td></tr> <tr><td>2</td><td>18</td></tr> <tr><td>3</td><td>15</td></tr> <tr><td>4</td><td>15</td></tr> <tr><td>5</td><td>15</td></tr> <tr><td>6</td><td>16</td></tr> <tr><td>7</td><td>16</td></tr> <tr><td>8</td><td>30</td></tr> <tr><td>9</td><td>35</td></tr> <tr><td>10</td><td>40</td></tr> <tr><td>11</td><td>35</td></tr> <tr><td>12</td><td>32</td></tr> <tr><td>13</td><td>30</td></tr> <tr><td>14</td><td>28</td></tr> <tr><td>15</td><td>28</td></tr> <tr><td>16</td><td>30</td></tr> <tr><td>17</td><td>22</td></tr> <tr><td>18</td><td>26</td></tr> <tr><td>19</td><td>28</td></tr> <tr><td>20</td><td>28</td></tr> <tr><td>21</td><td>26</td></tr> <tr><td>22</td><td>22</td></tr> <tr><td>23</td><td>22</td></tr> <tr><td>24</td><td>26</td></tr> </tbody> </table>	Hour	Load (MVA)	1	20	2	18	3	15	4	15	5	15	6	16	7	16	8	30	9	35	10	40	11	35	12	32	13	30	14	28	15	28	16	30	17	22	18	26	19	28	20	28	21	26	22	22	23	22	24	26
Hour	Load (MVA)																																																			
1	20																																																			
2	18																																																			
3	15																																																			
4	15																																																			
5	15																																																			
6	16																																																			
7	16																																																			
8	30																																																			
9	35																																																			
10	40																																																			
11	35																																																			
12	32																																																			
13	30																																																			
14	28																																																			
15	28																																																			
16	30																																																			
17	22																																																			
18	26																																																			
19	28																																																			
20	28																																																			
21	26																																																			
22	22																																																			
23	22																																																			
24	26																																																			

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																																																		
ПК-3.2	Выбирает оптимальные технические решения для разработки отдельных разделов на различных стадиях проекта системы электроснабжения объекта капитального строительства	<p>1. На подстанции, график нагрузок которой показан на рисунке, предполагается установка трансформаторов 2×ТРДНС-40000/35. Проверить данный трансформатор по нагрузочной способности, при условии, что 20% потребителей подстанции относятся к III категории по надежности электроснабжения, а для компенсации реактивной мощности используются шесть синхронных двигателей мощностью по 800 кВт и 4 компенсирующих устройства типа КУ-10,5-2250.</p>  <table border="1" data-bbox="1211 596 1917 938"> <caption>Load S (MVA) over 24 hours</caption> <thead> <tr> <th>Hour (t, ч)</th> <th>Load S (MVA)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>35</td></tr> <tr><td>2</td><td>35</td></tr> <tr><td>3</td><td>35</td></tr> <tr><td>4</td><td>35</td></tr> <tr><td>5</td><td>35</td></tr> <tr><td>6</td><td>35</td></tr> <tr><td>7</td><td>35</td></tr> <tr><td>8</td><td>35</td></tr> <tr><td>9</td><td>52</td></tr> <tr><td>10</td><td>52</td></tr> <tr><td>11</td><td>52</td></tr> <tr><td>12</td><td>46</td></tr> <tr><td>13</td><td>40</td></tr> <tr><td>14</td><td>52</td></tr> <tr><td>15</td><td>52</td></tr> <tr><td>16</td><td>52</td></tr> <tr><td>17</td><td>52</td></tr> <tr><td>18</td><td>40</td></tr> <tr><td>19</td><td>40</td></tr> <tr><td>20</td><td>40</td></tr> <tr><td>21</td><td>40</td></tr> <tr><td>22</td><td>40</td></tr> <tr><td>23</td><td>40</td></tr> <tr><td>24</td><td>40</td></tr> </tbody> </table> <p>Справочные материалы для оценки нагрузочной способности трансформаторов выдаются преподавателем.</p> <p>2. Проверить возможность включения на параллельную работу силовых трансформаторов ТРДН-25000/110, напряжения короткого замыкания которых по заводским данным составляют 9,89% и 10,4%, вторичные напряжения в режиме холостого хода при подаче на первичную обмотку напряжения 115 кВ составляют по результатам приемо-сдаточных испытаний 10,45 кВ и 10,51 кВ.</p> <p>3. Выбрать и проверить выключатель 10 кВ в цепи силового трансформатора типа ТРДН-25000/110 двухтрансформаторной понизительной подстанции, если расчетные токи короткого замыкания от энергосистемы на стороне 10 кВ подстанции равны:</p> $I_{п0} = 7,42 \text{ кА} ;$ $I_{пт} = 7,42 \text{ кА} ;$ $i_{\infty} = 10,493 \text{ кА} ;$	Hour (t, ч)	Load S (MVA)	1	35	2	35	3	35	4	35	5	35	6	35	7	35	8	35	9	52	10	52	11	52	12	46	13	40	14	52	15	52	16	52	17	52	18	40	19	40	20	40	21	40	22	40	23	40	24	40
Hour (t, ч)	Load S (MVA)																																																			
1	35																																																			
2	35																																																			
3	35																																																			
4	35																																																			
5	35																																																			
6	35																																																			
7	35																																																			
8	35																																																			
9	52																																																			
10	52																																																			
11	52																																																			
12	46																																																			
13	40																																																			
14	52																																																			
15	52																																																			
16	52																																																			
17	52																																																			
18	40																																																			
19	40																																																			
20	40																																																			
21	40																																																			
22	40																																																			
23	40																																																			
24	40																																																			

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-3.3	Выбирает оборудование для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов капитального строительства	<p>1. Выбрать и проверить выключатель 110 кВ в цепи силового трансформатора типа ТРДН-63000/110 трехтрансформаторной понизительной подстанции, если расчетные токи короткого замыкания от энергосистемы на стороне 110 кВ подстанции равны:  <math>I_{п0} = 6,541 \text{ кА}</math> ; <math>I_{пт} = 6,541 \text{ кА}</math> ; <math>i_{a0} = 9,250 \text{ кА}</math> ; <math>i_{ат} = 1,862 \text{ кА}</math> ;  <math>i_{уд} = 16,524 \text{ кА}</math> .</p> <p>2. Осуществить выбор и проверку трансформатора тока 10 кВ в цепи синхронного двигателя мощностью 630 кВт, если суммарные расчетные токи короткого замыкания на стороне 10 кВ подстанции равны:  <math>I_{п0} = 12,005 \text{ кА}</math> ; <math>I_{пт} = 11,787 \text{ кА}</math> ; <math>i_{a0} = 16,977 \text{ кА}</math> ; <math>i_{ат} = 26,285 \text{ кА}</math> ;  <math>i_{уд} = 32,646 \text{ кА}</math> .</p> <p>3. Осуществить выбор и проверку трансформатора напряжения 10 кВ, установленного в ячейке КРУ СЭЩ-61М производства ЗАО «Электрощит», двухтрансформаторной подстанции 220/10 кВ, если к каждой секции присоединены: одна вводная ячейка, 7 отходящих линий, одна линия на компенсирующее устройство.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																																																		
ПК-5.1	Организовывает проведение аварийно-восстановительных и ремонтных работ на оборудовании подстанций	<p>1. На подстанции, график нагрузок которой показан на рисунке, предполагается установка трансформаторов 2хТРДНС-40000/220. Проверить данный трансформатор по нагрузочной способности, при условии, что 20% потребителей подстанции относятся к III категории по надежности электроснабжения, а для компенсации реактивной мощности используются 4 синхронных двигателя мощностью по 630 кВт, 2 синхронных двигателя мощностью 2500 кВт и 10 компенсирующих устройств типа КУ-10,5-2250.</p>  <table border="1" data-bbox="1187 614 1937 965"> <caption>Data from the load capacity graph</caption> <thead> <tr> <th>Time (t, ч)</th> <th>Load Capacity (S, МВА)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>30</td></tr> <tr><td>2</td><td>30</td></tr> <tr><td>3</td><td>30</td></tr> <tr><td>4</td><td>30</td></tr> <tr><td>5</td><td>30</td></tr> <tr><td>6</td><td>30</td></tr> <tr><td>7</td><td>30</td></tr> <tr><td>8</td><td>30</td></tr> <tr><td>9</td><td>85</td></tr> <tr><td>10</td><td>85</td></tr> <tr><td>11</td><td>85</td></tr> <tr><td>12</td><td>70</td></tr> <tr><td>13</td><td>70</td></tr> <tr><td>14</td><td>85</td></tr> <tr><td>15</td><td>85</td></tr> <tr><td>16</td><td>85</td></tr> <tr><td>17</td><td>45</td></tr> <tr><td>18</td><td>45</td></tr> <tr><td>19</td><td>45</td></tr> <tr><td>20</td><td>45</td></tr> <tr><td>21</td><td>45</td></tr> <tr><td>22</td><td>45</td></tr> <tr><td>23</td><td>40</td></tr> <tr><td>24</td><td>40</td></tr> </tbody> </table> <p>Справочные материалы для оценки нагрузочной способности трансформаторов выдаются преподавателем.</p> <p>2. Проверить возможность включения на параллельную работу силовых трансформаторов ТРДН-25000/35, напряжения короткого замыкания которых по заводским данным составляют 10,1% и 10,59%, вторичные напряжения в режиме холостого хода при подаче на первичную обмотку напряжения 36,5 кВ составляют по результатам приемо-сдаточных испытаний 10,45 кВ и 11,02 кВ.</p> <p>3. Выбрать и проверить выключатель 6 кВ в цепи компенсирующего устройства номинальной мощностью 2,7 Мвар, установленного на двухтрансформаторной подстанции, если суммарные расчетные токи короткого замыкания на стороне 10 кВ подстанции равны:</p> $I_{п0} = 11,92 \text{ кА};$ $I_{пт} = 11,186 \text{ кА};$	Time (t, ч)	Load Capacity (S, МВА)	1	30	2	30	3	30	4	30	5	30	6	30	7	30	8	30	9	85	10	85	11	85	12	70	13	70	14	85	15	85	16	85	17	45	18	45	19	45	20	45	21	45	22	45	23	40	24	40
Time (t, ч)	Load Capacity (S, МВА)																																																			
1	30																																																			
2	30																																																			
3	30																																																			
4	30																																																			
5	30																																																			
6	30																																																			
7	30																																																			
8	30																																																			
9	85																																																			
10	85																																																			
11	85																																																			
12	70																																																			
13	70																																																			
14	85																																																			
15	85																																																			
16	85																																																			
17	45																																																			
18	45																																																			
19	45																																																			
20	45																																																			
21	45																																																			
22	45																																																			
23	40																																																			
24	40																																																			

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																												
ПК-5.2	Проводит профилактические испытания и осуществляет анализ функционирования устройств релейной защиты и автоматики	<p>1. Для двухтрансформаторной подстанции 110/10 кВ осуществить выбор сборных шин 10 кВ, если расчетный ток в утяжеленном режиме равен 1520 А, <math>T_{нб} = 7260</math> ч, а суммарные токи короткого замыкания 10 кВ составляют <math>I_{п0} = 6,698</math> кА ; <math>I_{пт} = 6,265</math> кА ; <math>i_{а0} = 9,472</math> кА ; <math>i_{ат} = 4,974</math> кА ; <math>i_{уд} = 18,025</math> кА . Оборудование 10 кВ ПС установлено в ячейке КРУ «Классика» D-12РТ производства Российской группы компаний «Таврида электрик».</p> <p>2. Изобразите план и разрез ячейки силового трансформатора с узлом установки трансформатора в РУ напряжением 110 кВ, собранном по схеме с двойной рабочей и обходной системами шин. Расположение выключателей – однорядное.</p> <p>3. К установке предполагается выключатель ВВ/TEL-10-20/1000У2. Длительный максимальный ток присоединения составляет 850 А, периодическая слагающая тока короткого замыкания – 23 кА. Выбрать токоограничивающий реактор и выполнить его проверку.</p> <p>Задание на курсовой проект. Тема: «Проектирование главной понизительной подстанции завода транспортного машиностроения»</p> <p style="text-align: center;"><b>Исходные данные:</b></p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Установленная мощность 94 МВт</td> <td><math>T_1 - 2 \times 125</math> МВА</td> </tr> <tr> <td>Коэффициент спроса 0,32</td> <td><math>T_2 - 2 \times 40</math> МВА</td> </tr> <tr> <td>I категория – 25%</td> <td>АТ – нет</td> </tr> <tr> <td>II категория – 60%</td> <td><math>\Gamma_1 - 2 \times 100</math> МВт</td> </tr> <tr> <td>III категория – 15%</td> <td><math>\Gamma_2 - 4 \times 30</math> МВт</td> </tr> <tr> <td></td> <td><math>S_{кз} = 6000</math> МВА</td> </tr> <tr> <td>Низшее напряжение 6 кВ</td> <td><math>U_1 = 110</math> кВ</td> </tr> <tr> <td>Количество отходящих линий 12</td> <td><math>U_2 = 110</math> кВ</td> </tr> <tr> <td>Грунт – суглинок</td> <td><math>U_3 -</math> нет</td> </tr> <tr> <td></td> <td><math>U_4 = 35</math> кВ</td> </tr> <tr> <td>Количество транзитных линий нет</td> <td><math>L_1 = 2 \times 30</math> км</td> </tr> <tr> <td>Синхронные двигатели 1 x 1250 кВт</td> <td><math>L_2 -</math> нет</td> </tr> <tr> <td>Асинхронные двигатели – 4 x 630 кВт</td> <td><math>L_3 - 2 \times 2,5</math> км</td> </tr> <tr> <td></td> <td><math>L_4 -</math> нет</td> </tr> </table>	Установленная мощность 94 МВт	$T_1 - 2 \times 125$ МВА	Коэффициент спроса 0,32	$T_2 - 2 \times 40$ МВА	I категория – 25%	АТ – нет	II категория – 60%	$\Gamma_1 - 2 \times 100$ МВт	III категория – 15%	$\Gamma_2 - 4 \times 30$ МВт		$S_{кз} = 6000$ МВА	Низшее напряжение 6 кВ	$U_1 = 110$ кВ	Количество отходящих линий 12	$U_2 = 110$ кВ	Грунт – суглинок	$U_3 -$ нет		$U_4 = 35$ кВ	Количество транзитных линий нет	$L_1 = 2 \times 30$ км	Синхронные двигатели 1 x 1250 кВт	$L_2 -$ нет	Асинхронные двигатели – 4 x 630 кВт	$L_3 - 2 \times 2,5$ км		$L_4 -$ нет
Установленная мощность 94 МВт	$T_1 - 2 \times 125$ МВА																													
Коэффициент спроса 0,32	$T_2 - 2 \times 40$ МВА																													
I категория – 25%	АТ – нет																													
II категория – 60%	$\Gamma_1 - 2 \times 100$ МВт																													
III категория – 15%	$\Gamma_2 - 4 \times 30$ МВт																													
	$S_{кз} = 6000$ МВА																													
Низшее напряжение 6 кВ	$U_1 = 110$ кВ																													
Количество отходящих линий 12	$U_2 = 110$ кВ																													
Грунт – суглинок	$U_3 -$ нет																													
	$U_4 = 35$ кВ																													
Количество транзитных линий нет	$L_1 = 2 \times 30$ км																													
Синхронные двигатели 1 x 1250 кВт	$L_2 -$ нет																													
Асинхронные двигатели – 4 x 630 кВт	$L_3 - 2 \times 2,5$ км																													
	$L_4 -$ нет																													

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																												
ПК-5.3	Составляет схемы замещения на обслуживаемом оборудовании, рассчитывает параметры режима короткого замыкания на оборудовании РУ и ЛЭП, рассчитывает и выбирает уставки и характеристики устройств РЗА	<p>1. Проверить возможность включения на параллельную работу силовых трансформаторов ТДН-16000/110, напряжения короткого замыкания которых по заводским данным составляют 9,89% и 10,4%, вторичные напряжения в режиме холостого хода при подаче на первичную обмотку напряжения 115 кВ составляют по результатам приемо-сдаточных испытаний 6,3 кВ и 6,4 кВ.</p> <p>2. Изобразите план и разрез ячейки силового трансформатора с узлом установки трансформатора в РУ напряжением 110 кВ, собранном по схеме с одинарной секционированной рабочей системой шин. Расположение выключателей – однорядное, расположение секций – параллельное.</p> <p>3. К установке предполагается выключатель VD4 1206-16 с номинальным током 1250 А. Длительный максимальный ток присоединения составляет 1190 А, периодическая слагающая тока короткого замыкания – 19 кА. Выбрать токоограничивающий реактор и выполнить его проверку.</p> <p>Задание на курсовой проект. Тема: «Проектирование главной понизительной подстанции предприятия полиграфической промышленности»</p> <p style="text-align: center;"><b>Исходные данные:</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">Установленная мощность 60 МВт</td> <td style="width: 50%;">Т<sub>1</sub> – 3 х 125 МВА</td> </tr> <tr> <td>Коэффициент спроса 0,36</td> <td>Т<sub>2</sub> – 2 х 80 МВА</td> </tr> <tr> <td></td> <td>АТ – нет</td> </tr> <tr> <td>I категория – нет</td> <td>Г<sub>1</sub> – 2 х 100 МВт</td> </tr> <tr> <td>II категория – 50%</td> <td>Г<sub>2</sub> – 4 х 40 МВт</td> </tr> <tr> <td>III категория – 50%</td> <td>S<sub>кз</sub>=5600 МВА</td> </tr> <tr> <td>Низшее напряжение 6 кВ</td> <td>U<sub>1</sub>=220 кВ</td> </tr> <tr> <td>Количество отходящих линий 16</td> <td>U<sub>2</sub>=220 кВ</td> </tr> <tr> <td>Грунт – влажный песок</td> <td>U<sub>3</sub> – нет</td> </tr> <tr> <td></td> <td>U<sub>4</sub>=220 кВ</td> </tr> <tr> <td>Количество транзитных линий 2</td> <td>L<sub>1</sub> – нет</td> </tr> <tr> <td></td> <td>L<sub>2</sub> = 2 х 20 км</td> </tr> <tr> <td>с 800 кВт</td> <td>L<sub>3</sub> = 2 х 14 км</td> </tr> <tr> <td>Асинхронные двигатели – 2 х 800 кВт</td> <td>L<sub>4</sub> – нет</td> </tr> </table>	Установленная мощность 60 МВт	Т <sub>1</sub> – 3 х 125 МВА	Коэффициент спроса 0,36	Т <sub>2</sub> – 2 х 80 МВА		АТ – нет	I категория – нет	Г <sub>1</sub> – 2 х 100 МВт	II категория – 50%	Г <sub>2</sub> – 4 х 40 МВт	III категория – 50%	S <sub>кз</sub> =5600 МВА	Низшее напряжение 6 кВ	U <sub>1</sub> =220 кВ	Количество отходящих линий 16	U <sub>2</sub> =220 кВ	Грунт – влажный песок	U <sub>3</sub> – нет		U <sub>4</sub> =220 кВ	Количество транзитных линий 2	L <sub>1</sub> – нет		L <sub>2</sub> = 2 х 20 км	с 800 кВт	L <sub>3</sub> = 2 х 14 км	Асинхронные двигатели – 2 х 800 кВт	L <sub>4</sub> – нет
Установленная мощность 60 МВт	Т <sub>1</sub> – 3 х 125 МВА																													
Коэффициент спроса 0,36	Т <sub>2</sub> – 2 х 80 МВА																													
	АТ – нет																													
I категория – нет	Г <sub>1</sub> – 2 х 100 МВт																													
II категория – 50%	Г <sub>2</sub> – 4 х 40 МВт																													
III категория – 50%	S <sub>кз</sub> =5600 МВА																													
Низшее напряжение 6 кВ	U <sub>1</sub> =220 кВ																													
Количество отходящих линий 16	U <sub>2</sub> =220 кВ																													
Грунт – влажный песок	U <sub>3</sub> – нет																													
	U <sub>4</sub> =220 кВ																													
Количество транзитных линий 2	L <sub>1</sub> – нет																													
	L <sub>2</sub> = 2 х 20 км																													
с 800 кВт	L <sub>3</sub> = 2 х 14 км																													
Асинхронные двигатели – 2 х 800 кВт	L <sub>4</sub> – нет																													

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Электрические станции и подстанции» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень освоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и навыков. Проводится в форме экзамена и в форме выполнения и защиты курсового проекта.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности;

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации;

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач;

Курсовой проект выполняется под руководством преподавателя, в процессе его выполнения обучающийся развивает навыки к проектно-конструкторской деятельности, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении курса «Электрические станции и подстанции». При выполнении курсового проекта обучающийся должен показать свое умение работать с нормативно-технической документацией и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В процессе подготовки курсового проекта обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах, самостоятельно проанализировать практический материал, подробно проработать и обосновать проектные решения.

**Показатели и критерии оценивания курсового проекта:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – проект выполнен в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – проект выполнен в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – проект выполнен в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.