



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. Храппин

26.01.2022 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
2022 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

25.01.2022, протокол № 5

Зав. кафедрой  Г.И. Корнилов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

26.01.2022 г. протокол № 5

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ЭИП, канд. техн. наук

 А.В. Малафесс

Рецензент:

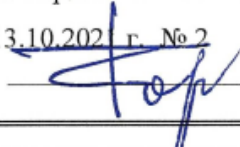
начальник ЦЭСиП ЦАО «ММК», канд.

 П.А. Николаев



Лист актуализации рабочей программы

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от 13.10.2021 г. № 2
Зав. кафедрой  Г.П. Корнилов

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Г.П. Корнилов

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Г.П. Корнилов

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Г.П. Корнилов

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-3.3 | Выбирает оборудование для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования 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-3.1 | Разрабатывает и оформляет комплекты проектной и рабочей документации простых узлов системы электроснабжения объектов капитального строительства |
| ПК-5 | Способен оценивать нормальные, утяжеленные и послеаварийные режимы и ликвидировать аварийные режимы работы объектов профессиональной деятельности |
| 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 |

| | |
|--------|---|
| ПК-5.2 | Проводит профилактические испытания и осуществляет анализ функционирования устройств релейной защиты и автоматики |
| ПК-5.1 | Организовывает проведение аварийно-восстановительных и ремонтных работ на оборудовании подстанций |

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 18,9 акад. часов;
- аудиторная – 16 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,9 акад. часов
- самостоятельная работа – 152,4 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа

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 | | | 10 | – 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 | | | 10 | – 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 | | | 10 | – 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 | | | 10 | – 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 | | | | 40 | | | |
| 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 | | 6 | – 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 | | | 12 | | | |
| 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 | 25 | – 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 | 25 | – 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 | 100,4 | | | |
| Итого за семестр | 4 | 4 | 8 | 152,4 | | экзамен, кп | |
| Итого по дисциплине | 4 | 4 | 8 | 152,4 | | 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 IT, 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. Старшинов В.А. Электрическая часть электростанций и подстанций : учебное пособие / В.А. Старшинов. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01261-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012611.html> (дата обращения: 22.06.2022). - Режим доступа : по подписке.

2. Кудинов, А. А. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование : учебное пособие / А. А. Кудинов. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 325 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-004731-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1080999> (дата обращения: 22.06.2022). – 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://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3383.pdf&show=dcatalogues/1/1139240/3383.pdf&view=true> (дата обращения: 22.06.2022). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-1016-4. - Сведения доступны также на CD-ROM.

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://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2845.pdf&show=dcatalogues/1/1133>

(дата обращения: 22.06.2022). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

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://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=2841.pdf&show=dcatalogues/1/1133235/2841.pdf&view=true> (дата обращения: 22.06.2022). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

4. Балаков Ю.Н. Проектирование схем электроустановок : учебное пособие для вузов / Ю.Н. Балаков, М.Ш. Мисриханов, А.В. Шунтов. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01151-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011515.html> (дата обращения: 22.06.2022). - Режим доступа : по подписке.

5. Немировский, А. Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций : учебное пособие / А. Е. Немировский, И. Ю. Сергиевская, Л. Ю. Крепышева. - 4-е изд., доп. - Москва : Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 174 с. - ISBN 978-5-9729-0404-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168656> (дата обращения: 22.06.2022). – Режим доступа: по подписке.

6. Крючков, И.П. Короткие замыкания и выбор электрооборудования : учебное пособие для вузов / И.П. Крючков, В.А. Старшинов, Ю.П. Гусев и др. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01191-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011911.html> (дата обращения: 22.06.2022). - Режим доступа : по подписке.

7. Жуков, В.В. Электрическая часть электростанций с газотурбинными и парогазовыми установками : учебное пособие для вузов / В.В. Жуков. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01260-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012604.html> (дата обращения: 22.06.2022). - Режим доступа : по подписке.

8. Крючков, И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные и методические материалы для выполнения квалификационных работ : учебно-справочное пособие для вузов / И.П. Крючков, М.В. Пираторов, В.А. Старшинов. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01270-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012703.html> (дата обращения: 22.06.2022). - 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 |
|------------------------------|------------------------------|------------------------|
| FAR Manager | свободно распространяемое ПО | бессрочно |
| Calculate Linux Desktop Xfce | свободно распространяемое ПО | бессрочно |
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
| Linux Calculate | свободно распространяемое ПО | бессрочно |
| 7Zip | свободно распространяемое ПО | бессрочно |

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса | Ссылка |
|--|---|
| Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС» | https://dlib.eastview.com/ |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) | URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp |

| | |
|--|--|
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar) | URL: https://scholar.google.ru/ |
| Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам | URL: http://window.edu.ru/ |
| Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» | URL: http://www1.fips.ru/ |

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-ЭСП-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

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 при-вода 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-12Р;

12) Кинематическая схема пружинного привода ПП-67;

13) Конструктивное исполнение элегазового выключателя ВГБУ-110;

14) Внутреннее устройство камеры КСО-СЭЩ с вакуумным выключателем.

Наглядные пособия и предметы

1) Полюс выключателя ВМГ-133 (ауд. 217).

2) Полюс выключателя ВК-10 (ауд. 217).

3) Полюс выключателя ВМП-10 (ауд. 217).

4) Дугогасительная камера КДВ (ауд. 217).

5) Ячейка КРУ серии КВ-1 (ауд. 1/6).

6) 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.

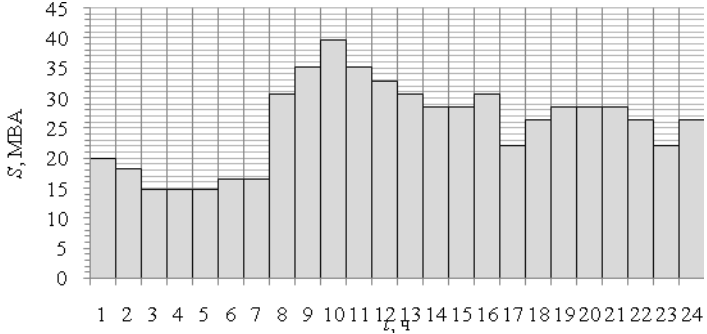
Результаты курсового проекта являются исходными данными для выполнения курсовой работы по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем». Каждому студенту выдается индивидуальное задание. Ежедневно проводится контроль выполнения разделов проекта с обязательной отметкой о выполненном 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.

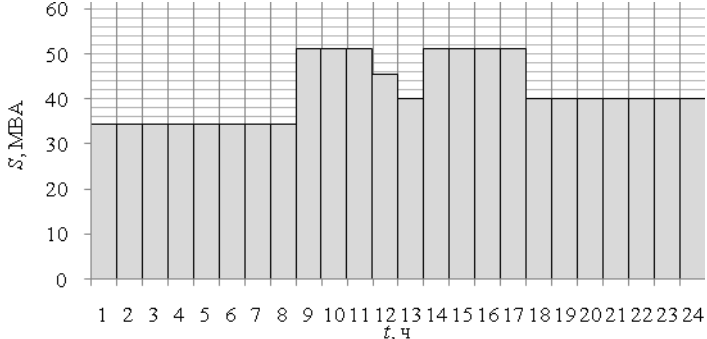
Для защиты курсового проекта необходимо получить допуск преподавателя. Для этого необходимо за пять дней до защиты с целью идентификации несоответствий и выявления ошибок необходимо представить пояснительную записку объемом не более 70 страниц и графическую часть в объеме двух листов формата А1 в соответствии 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.

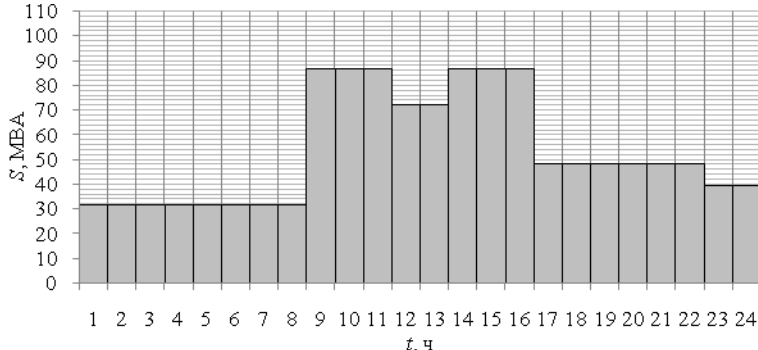
а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

| 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"> 1. Классификация электрических станций и подстанций. 2. Технологический процесс конденсационной электростанции. 3. Особенности конденсационных и теплофикационных электростанций. 4. Технологический процесс теплофикационной электростанции. 5. Классификация, особенности и принцип работы ГЭС. 6. Графики нагрузки электростанций и потребителей. 7. Номинальные токи и напряжения оборудования. 8. Режимы работы оборудования. 9. Конструктивное исполнение синхронных генераторов. 10. Номинальные параметры синхронных генераторов. 11. Параллельная работа синхронных генераторов. 12. Системы охлаждения синхронных генераторов. 13. Системы возбуждения синхронных генераторов. 14. Автоматическое гашение поля. 15. Режимы работы синхронных генераторов. 16. Классификация трансформаторов. 17. Конструктивное исполнение трансформаторов. 18. Параллельная работа трансформаторов. <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. Номинальные параметры двигателя: $P_{ном}=1250$ кВт; $U_{ном}=6$ кВ; $\cos\varphi_{ном}=0,85$; $\eta_{ном}=94\%$.</p> <p>2. Распределительное устройство подстанции напряжением 10 кВ предполагается выполнить жесткими шинами прямоугольного сечения</p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|----------------------------------|--|------|--------|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | <p>60×8 мм². Осуществить выбор и проверку опорных изоляторов для указанной шинной конструкции при расстоянии между фазами ошиновки $a=300$ мм, длине полосы $l=750$ мм, ударном значении тока короткого замыкания $i_{уд}=37$ кА.</p> <p>3. На подстанции, график нагрузок которой показан на рисунке, предполагается установка трансформаторов 2×ТРДН-25000/110. 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="1240 767 1944 1102"> <caption>Estimated data from the load chart (S, MVA vs t, ч)</caption> <thead> <tr> <th>t, ч</th> <th>S, 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>28</td></tr> <tr><td>14</td><td>28</td></tr> <tr><td>15</td><td>30</td></tr> <tr><td>16</td><td>22</td></tr> <tr><td>17</td><td>26</td></tr> <tr><td>18</td><td>28</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>26</td></tr> <tr><td>24</td><td>26</td></tr> </tbody> </table> | t, ч | S, 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 | 28 | 14 | 28 | 15 | 30 | 16 | 22 | 17 | 26 | 18 | 28 | 19 | 28 | 20 | 28 | 21 | 26 | 22 | 22 | 23 | 26 | 24 | 26 |
| t, ч | S, 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 | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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="1240 523 1944 863"> <caption>Approximate data from the load graph</caption> <thead> <tr> <th>Time (t, ч)</th> <th>Load (S, MVA)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1-8</td><td>35</td></tr> <tr><td>9-11</td><td>52</td></tr> <tr><td>12</td><td>45</td></tr> <tr><td>13</td><td>40</td></tr> <tr><td>14-17</td><td>52</td></tr> <tr><td>18-24</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> $I_{п0} = 7,42 \text{ кА} ;$ $I_{пт} = 7,42 \text{ кА} ;$ $i_{а0} = 10,493 \text{ кА} ;$ $i_{ат} = 6,156 \text{ кА} ;$ | Time (t, ч) | Load (S, MVA) | 1-8 | 35 | 9-11 | 52 | 12 | 45 | 13 | 40 | 14-17 | 52 | 18-24 | 40 |
| Time (t, ч) | Load (S, MVA) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1-8 | 35 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9-11 | 52 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 45 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 40 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14-17 | 52 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18-24 | 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: $I_{п0} = 6,541 \text{ кА}$; $I_{пт} = 6,541 \text{ кА}$; $i_{а0} = 9,250 \text{ кА}$; $i_{ат} = 1,862 \text{ кА}$; $i_{уд} = 16,524 \text{ кА}$.</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: $I_{п0} = 12,005 \text{ кА}$; $I_{пт} = 11,787 \text{ кА}$; $i_{а0} = 16,977 \text{ кА}$; $i_{ат} = 26,285 \text{ кА}$; $i_{уд} = 32,646 \text{ кА}$.</p> <p>3. Осуществить выбор и проверку трансформатора напряжения 10 кВ, установленного в ячейке КРУ СЭЩ-61М производства ЗАО «Электроцит», 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="1211 576 1966 927"> <caption>Data from the load graph</caption> <thead> <tr> <th>Time (t, ч)</th> <th>Load (S, MVA)</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> $I_{н0} = 11,92 \text{ кА} ;$ $I_{нт} = 11,186 \text{ кА} ;$ $i_{а0} = 16,857 \text{ кА} ;$ | Time (t, ч) | Load (S, MVA) | 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 (S, MVA) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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, $T_{нб} = 7260$ ч, а суммарные токи короткого замыкания 10 кВ составляют $I_{н0} = 6,698$ кА ; $I_{пт} = 6,265$ кА ; $i_{а0} = 9,472$ кА ; $i_{ат} = 4,974$ кА ; $i_{уд} = 18,025$ 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. Задание на курсовой проект. Тема: «Проектирование главной понизительной подстанции завода транспортного машиностроения»</p> <p style="text-align: center;">Исходные данные:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td>Установленная мощность 94 МВт</td> <td>$T_1 - 2 \times 125$ МВА</td> </tr> <tr> <td>Коэффициент спроса 0,32</td> <td>$T_2 - 2 \times 40$ МВА</td> </tr> <tr> <td>I категория – 25%</td> <td>АТ – нет</td> </tr> <tr> <td>II категория – 60%</td> <td>$\Gamma_1 - 2 \times 100$ МВт</td> </tr> <tr> <td>III категория – 15%</td> <td>$\Gamma_2 - 4 \times 30$ МВт</td> </tr> <tr> <td></td> <td>$S_{кз} = 6000$ МВА</td> </tr> <tr> <td>Низшее напряжение 6 кВ</td> <td>$U_1 = 110$ кВ</td> </tr> <tr> <td>Количество отходящих линий 12</td> <td>$U_2 = 110$ кВ</td> </tr> <tr> <td>Грунт – суглинок</td> <td>$U_3 -$ нет</td> </tr> <tr> <td></td> <td>$U_4 = 35$ кВ</td> </tr> <tr> <td>Количество транзитных линий нет</td> <td>$L_1 = 2 \times 30$ км</td> </tr> <tr> <td>Синхронные двигатели 1 х 1250 кВт</td> <td>$L_2 -$ нет</td> </tr> <tr> <td></td> <td>$L_3 - 2 \times 2,5$ км</td> </tr> <tr> <td>Асинхронные двигатели – 4 х 630 кВт</td> <td>$L_4 -$ 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 х 1250 кВт | $L_2 -$ нет | | $L_3 - 2 \times 2,5$ км | Асинхронные двигатели – 4 х 630 кВт | $L_4 -$ 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 х 1250 кВт | $L_2 -$ нет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | $L_3 - 2 \times 2,5$ км | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Асинхронные двигатели – 4 х 630 кВт | $L_4 -$ 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;">Исходные данные:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">Установленная мощность 60 МВт</td> <td style="width: 50%;">T₁ – 3 х 125 МВА</td> </tr> <tr> <td>Коэффициент спроса 0,36</td> <td>T₂ – 2 х 80 МВА</td> </tr> <tr> <td></td> <td>АТ – нет</td> </tr> <tr> <td>I категория – нет</td> <td>Г₁ – 2 х 100 МВт</td> </tr> <tr> <td>II категория – 50%</td> <td>Г₂ – 4 х 40 МВт</td> </tr> <tr> <td>III категория – 50%</td> <td>S_{кз}=5600 МВА</td> </tr> <tr> <td>Нижнее напряжение 6 кВ</td> <td>U₁=220 кВ</td> </tr> <tr> <td>Количество отходящих линий 16</td> <td>U₂=220 кВ</td> </tr> <tr> <td>Грунт – влажный песок</td> <td>U₃ – нет</td> </tr> <tr> <td></td> <td>U₄=220 кВ</td> </tr> <tr> <td>Количество транзитных линий 2</td> <td>L₁ – нет</td> </tr> <tr> <td></td> <td>L₂ = 2 х 20 км</td> </tr> <tr> <td>Синхронные двигатели – 2 х 800 кВт</td> <td>L₃ = 2 х 14 км</td> </tr> <tr> <td></td> <td>L₄ – нет</td> </tr> <tr> <td>Асинхронные двигатели – 2 х 800</td> <td></td> </tr> </table> | Установленная мощность 60 МВт | T ₁ – 3 х 125 МВА | Коэффициент спроса 0,36 | T ₂ – 2 х 80 МВА | | АТ – нет | I категория – нет | Г ₁ – 2 х 100 МВт | II категория – 50% | Г ₂ – 4 х 40 МВт | III категория – 50% | S _{кз} =5600 МВА | Нижнее напряжение 6 кВ | U ₁ =220 кВ | Количество отходящих линий 16 | U ₂ =220 кВ | Грунт – влажный песок | U ₃ – нет | | U ₄ =220 кВ | Количество транзитных линий 2 | L ₁ – нет | | L ₂ = 2 х 20 км | Синхронные двигатели – 2 х 800 кВт | L ₃ = 2 х 14 км | | L ₄ – нет | Асинхронные двигатели – 2 х 800 | |
| Установленная мощность 60 МВт | T ₁ – 3 х 125 МВА | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Коэффициент спроса 0,36 | T ₂ – 2 х 80 МВА | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | АТ – нет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I категория – нет | Г ₁ – 2 х 100 МВт | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| II категория – 50% | Г ₂ – 4 х 40 МВт | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| III категория – 50% | S _{кз} =5600 МВА | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Нижнее напряжение 6 кВ | U ₁ =220 кВ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Количество отходящих линий 16 | U ₂ =220 кВ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Грунт – влажный песок | U ₃ – нет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | U ₄ =220 кВ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Количество транзитных линий 2 | L ₁ – нет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | L ₂ = 2 х 20 км | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Синхронные двигатели – 2 х 800 кВт | L ₃ = 2 х 14 км | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | L ₄ – нет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Асинхронные двигатели – 2 х 800 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

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.