Міністерство освіти і науки України

Технічний коледж Луцького національного технічного університету

Циклова комісія “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”

**ЕЛЕКТРИЧНІ СТАНЦІЇ І ПІДСТАНЦІЇ**

ПРОГРАМА

НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки молодшого спеціаліста

галузь знань 14 Електрична інженерія

спеціальність141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО:

Технічним коледжем Луцького національного технічного університету

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Шишкін Павло Вікторович

Обговорено та схвалено на засіданні циклової комісії “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка ”

Протокол від “\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ року № \_\_\_\_

Голова ВЦК \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Обговорено та схвалено на засіданні циклової комісії “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка ”

Протокол від “\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ року № \_\_\_\_

Голова ВЦК \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Обговорено та схвалено на засіданні циклової комісії “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка ”

Протокол від “\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ року № \_\_\_\_

Голова ВЦК \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Обговорено та схвалено на засіданні циклової комісії “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка ”

Протокол від “\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ року № \_\_\_\_

Голова ВЦК \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Обговорено та схвалено на засіданні циклової комісії “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка ”

Протокол від “\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ року № \_\_\_\_

Голова ВЦК \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Вступ**

Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни «Електричні станції і підстанції» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки молодших спеціалістів спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, галузі знань 14 Електрична інженерія.

**Предметом** вивчення дисципліни є електричні станції та електричні підстанції та їх структура.

**Міждисциплінарні зв'язки**: навчальна дисципліна базується на таких предметах як «Теоретичні основи електротехніки», «Електротехнічні вимірювання», «Промислова електроніка», «Основи електроприводу», «Електропостачання»

**Програма навчальної дисципліни складається з таких тем:**

Тема 1. Загальні питання енергетики України.

Тема 2. Графіки електричних навантажень.

Тема 3. Основне обладнання електричних станцій і підстанцій.

Тема 4. Коротке замикання в електричних установках.

Тема 5. Підстанційні електричні апарати.

Тема 6. Системи вимірювань на електростанціях і підстанціях.

Тема 7. Комутаційні апарати підстанцій напругою до 1кВ. Струмопровідні частини підстанційного обладнання.

Тема 8. Трансформаторні підстанції 6-10/0,4кВ.

Тема 9. Тягові підстанції електротранспорту

**1. Мета та завдання навчальної дисципліни**

Метою вивчення дисциплiни "Електричні станції і підстанції" є формування у студентів знань про конструктивні особливості основного устаткування й електричних апаратів, що застосовуються на електростанціях, підстанціях, схемах електричних з'єднань станцій і підстанцій.

Основними завданнями дисципліни є обґрунтування вибору структури СЕП, схем та параметрів електричних мереж, визначення потужності трансформаторів, аналіз та підвищення надійності електропостачання, методи розрахунку та зниження втрат електричної енергії.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

* конструктивні особливості та функціональні властивості електричних станцій;
* конструктивні особливості та функціональні властивості електричних підстанцій;
* методи та етапи проектування електричних підстанцій;
* основні поняття про методи розрахунку режимів роботи електричних станцій та підстанцій;
* особливості експлуатаційного обслуговування.

вміти:

* + користуватися термiнологiєю стосовно електричних станцій і підстанцій, розподільних пристроїв;
	+ креслити електричнi схеми станцій і підстанцій, розподільних пристроїв;
* розраховувати і вибирати силові трансформатори, комутаційно-захисне електрообладнання станцій і підстанцій;
* встановлювати взаємозв’язок електричних станцій і підстанцій з іншими науками;
* аналізувати вплив теоретичних знань в області електричних станцій і підстанцій на зміни в технологіях виробництва;
* знати принципи і прийоми збору, систематизації, узагальнення і використання інформації; підготовка інформаційних матеріалів.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 297 годин: 88 год. лекції; 68 год. практичні заняття; 141 год. самостійна робота.

**2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  | Тема 1. Загальні питання енергетики України. |
| 1 | Лекція 1. Вступ. |
|  | • Основні поняття та визначення.  |
|  | • Види електростанцій.  |
|  | • Номінальні напруги.  |
|  | • Загальна характеристика електроенергетики Волинського регіону.  |
| 2 | Лекція 2. Загальна характеристика електричних станцій. Атомні та теплові електростанції. |
|  | • Характеристики електростанцій. |
|  | • Типові технологічні схеми роботи ТЕС та АЕС.  |
| 3 | Лекція 3. Гідравлічні та альтернативні електростанції. |
|  | • Різновиди і принципи роботи ГЕС. |
|  | • Сонячні електростанції . |
|  | • Вітрові електростанції . |
|  | • Припливні електростанції . |
|  | • Геотермальні електростанції. |
|  | Тема 2. Графіки електричних навантажень. |
| 4 | Лекція 4. Графіки електричних навантажень електростанцій та підстанцій. |
|  | • Добові графіки вузлових та районних підстанцій.  |
|  | • Добові графіки навантаження електростанцій. |
|  | • Аналіз графіків електричного навантаження. |
|  | Тема 3. Основне обладнання електричних станцій і підстанцій. |
| 5 | Лекція 5. Основне обладнання електричних станцій і підстанцій. Режими роботи основного обладнання. |
|  | • Основне обладнання електричних станцій. |
|  | • Основне обладнання електричних підстанцій. |
|  | • Режими роботи обладнання. |
| 6 | Лекція 6. Синхронні генератори і компенсатори електростанцій. |
|  | • Синхронні генератори.  |
|  | • Синхронні компенсатори.  |
|  | • Системи охолодження генераторів.  |
|  | • Системи збудження синхронних машин.  |
|  | • Вмикання синхронного генератора на паралельну роботу з мережею.  |
| 7 | Лекція 7. Силові трансформатори. |
|  | • Класифікація силових трансформаторів. |
|  | • Охолодження трансформаторів. |
|  | • Трифазні трансформатори. |
| 8 | Лекція 8. Автотрансформатори. Експлуатація силових трансформаторів і автотрансформаторів.  |
|  | • Конструктивні особливості автотрансформатора.  |
|  | • Паралельна робота трансформаторів і автотрансформаторів.  |
|  | • Режими роботи силових трансформаторів і автотрансформаторів. |
| 9 | Лекція 9. Регулювання напруги силової мережі на електростанціях і підстанціях. Пристрої РПН, ПБЗ.  |
|  | • Пристрої переключення регулювальних відгалужень без збудження. |
|  | • Пристрої з перемиканням регулювальних відгалужень під навантаженням. |
| 10 | Лекція 10. Струмопровідні частини обладнан Особливості виконання головних структурних схем електричних станцій і підстанцій. |
|  | • Основні вимоги і порядок вибору схеми.  |
|  | • Вибір схеми приєднання станції до системи. • Проектування структурної схеми електростанції. |
|  | Тема 4. Коротке замикання в електричних установках. |
| 11 | Лекція 11. Коротке замикання в електричних установках електростанцій. Поняття про розподільні установки. |
|  | • Види, причини і наслідки КЗ.  |
|  | • Режими електроустановок. |
| 12 | Лекція 12. Метод розрахунку струмів трифазного короткого замикання у відносних одиницях.  |
|  | • Розрахунок струмів трифазного короткого замикання у відносних одиницях.  |
| 13 | Лекція 13. Метод розрахунку струмів трифазного короткого замикання в іменованих одниницях.  |
|  | • Розрахунок струмів трифазного короткого замикання в іменованих одиницях.  |
| 14 | Лекція 14. Електродинамічна та термічна дія струмів КЗ на електроустаткування.  |
|  | • Електродинамічні сили в електроустановках. |
|  | • Перевірка шинних конструкцій на електродинамічну стійкість. |
|  | • Перевірка струпровідних частин на термічну стійкість.  |
|  | • Перевірка комутаційних апаратів на термічну стійкість. |
| 15 | Лекція 15. Методи обмеження струмів короткого замикання на електричних станціях і підстанціях. |
|  | • Секціонування електричних мереж. |
|  | • Установка струмообмежуючих реакторів здвоєних. |
|  | • Застосування трансформаторів з розщепленими обмотками низької напруги. |
|  | • Застосування трансформаторів з підвищеним значенням напруги к.з. |
|  | • Роздільна робота генераторів, трансформаторів. |
|  | Тема 5. Підстанційні електричні апарати. |
| 16 | Лекція 16. Підстанційні електричні апарати. |
|  | • Високовольтні вимикачі. |
|  | • Загальна характеристика високовольтних вимикачів. |
|  | • Умови вибору. |
| 17 | Лекція 17. Масляні вимикачі. |
|  | • Загальна характеристика. |
|  | • Класифікація вимикачів. |
|  | • Основні серії вимикачів. |
| 18 | Лекція 18. Повітряні та електромагнітні вимикачі. |
|  | • Загальна характеристика.  |
|  | • Конструктивне виконання вимикачів. |
|  | • Тенденції в розвитку сучасних повітряних вимикачів. |
|  | • Загальні відомості.  |
|  | • Конструкція і принцип дії електромагнітних вимикачів. |
| 19 | Лекція 19. Вакуумні вимикачі. Елегазові вимикачі. |
|  | • Загальні відомості.  |
|  | • Горіння і гасіння дуги у вакуумі.  |
|  | • Конструкції вакуумних вимикачів.  |
|  | • Відключення кола постійного струму, змінного струму.  |
|  | • Виконання контактної системи вакуумного вимикання. |
| 20 | Лекція 20. Вимикачі навантаження. |
|  | • Загальні відомості.  |
|  | • Конструктивне виконання вимикачів навантаження. |
| 21 | Лекція 21. Роз’єднувачі, віддільники, короткозамикачі |
|  | • Роз'єднувачі. |
|  | • Короткозамикачі і віддільники.  |
|  | • Умови вибору роз’єднувачів, короткозамикачів, віддільників. |
| 22 | Лекція 22. Електричні апарати захисту. Запобіжники, розрядники, обмежувачі напруг. |
|  | • Високовольтні запобіжники.  |
|  | • Захисні проміжки.  |
|  | • Розрядники. |
|  | • Обмежувачі перенапруг, призначення, будова. |
|  | Тема 6. Системи вимірювань на електростанціях і підстанціях. |
| 23 | Лекція 23. Системи вимірювань на електростанціях і підстанціях. |
|  | • Обладнання для здійснення вимірювань. |
|  | • Схеми підключення вимірювальних пристроїв. |
| 24 | Лекція 24. Вимірювальні трансформатори струму. |
|  | • Будова та призначення трансформаторів струму |
|  | • Схеми підключення трансформаторів струму |
| 25 | Лекція 25. Вимірювальні трансформатори напруги. |
|  | • Будова та призначення трансформаторів напруги. |
|  | • Схеми підключення трансформаторів напруги. |
|  | Тема 7. Комутаційні апарати підстанцій напругою до 1кВ. Струмопровідні частини підстанційного обладнання |
| 26 | Лекція 26. Комутаційні апарати напругою до 1кВ. |
|  | • Автоматичні вимикачі. |
|  | • Параметри вибору автоматичних вимикачів. |
| 27 | Лекція 27. Монтаж та експлуатація комутаційних апаратів ПС. |
|  | • Монтаж комутаційних апаратів. |
|  | • Правила експлуатації комутаційних апаратів. |
| 28 | Лекція 28. Струмопровідні частини обладнання. Розрахункові умови для вибору і перевірки струмопровідних частин підстанцій за режимом КЗ. |
|  | • Загальні умови вибору перерізу гнучких шин.  |
|  | • Вибір за економічною густиною струму.  |
|  | • Вибір за допустимим струмом.  |
|  | • Перевірка на термічну стійкість при КЗ.  |
|  | • Перевірка на електродинамічну стійкість.  |
|  | • Перевірка за умовами коронування. |
| 29 | Лекція 29. Шини розподільних пристроїв в колах електричних станцій і підстанцій. Конструктивні особливості, умови вибору. |
|  | • Вибір перерізу шин.  |
|  | • Перевірка на термічну стійкість.  |
|  | • на електродинамічну стійкість. |
|  | • Перевірка шин на механічну міцність. |
| 30 | Лекція 30. Відкриті струмопроводи. Комплектні струмопроводи. Кабельні з’єднання.  |
|  | • Вибір відкритих струмопроводів. |
|  | • Вибір комплектних струмопроводів. |
|  | • Виконання кабельних з’єднань. |
| 31 | Лекція 31. Поняття про розподільні установки. Класифікація розподільних установок. РУ з однією секцією збірних шин. |
|  | • Загальні відомості про розподільні установки. |
|  | • Переваги РУ з однією секцією збірних шин. |
|  | • Недоліки РУ з однією секцією збірних шин. |
| 32 | Лекція 32. РУ з двома секціями збірних шин.  |
|  | Спрощені схеми РУ. |
|  | • Переваги РУ з двома секціями збірних шин. |
|  | • Недоліки РУ з двома секціями збірних шин. |
|  | • Виконання спрощених схем РУ. |
| 33 | Лекція 33. Виконання розподільних установок закритого типу.  |
|  | • Загальні відомості про ЗРУ. |
|  | • Конструктивне виконання ЗРУ. |
| 34 | Лекція 34. Відкриті розподільні установки. |
|  | • Загальні відомості про ВРУ. |
|  | • Конструктивне виконання ВРУ. |
| 35 | Лекція 35. Комплектні розподільні установки. |
|  | • Конструкція КРУ. |
|  | • Застосуваня КРУ. |
|  | • Особливості КРУ. |
|  | Тема 8. Трансформаторні підстанції 6-10/0,4кВ. |
| 36 | Лекція 36. Головні складові частини та класифікація трансформаторних підстанцій (ТП) 6-10/0,4кВ. |
|  | • Складові частини ТП. |
|  | • Класифікація ТП 6-10/0,4кВ. |
| 37 | Лекція 37. Збірні та стаціонарні ТП з класом напруг 6-10/0,4кВ. |
|  | • Поняття збірних та стаціонарних ТП. |
|  | • Типові проекти виконання ТП. |
| 38 | Лекція 38. Комплектні трансформаторні підстанції (КТП) з класом напруг |
|  | 6-10/0,4кВ. Особливості виконання. |
|  | • Призначення КТП. |
|  | • Умовні позначення КТП. |
|  | • Особливості виконання КТП. |
| 39 | Лекція 39. Електрообладнання РУ ТП 6-10/0,4кВ з боку високої напруги.  |
|  | • Комірки типу КЗО. |
|  | • Умови встановлення і експлуатації КЗО. |
|  | • Особливості конструкцій КЗО. |
| 40 | Лекція 40. Електрообладнання РУ ТП 6-10/0,4кВ з боку низької напруги. |
|  | • Розподільні щити типу ЩО. |
|  | • Структура умовного позначення щитів. |
|  | • Умови вибору щитів. |
| 41 | Лекція 41. Експлуатація розподільного обладнання ТП та їх елементів. |
|  | • Встановлення комплектних трансформаторних підстанцій. |
|  | • Встановлення силового трансформатора. |
|  | • Монтаж низьковольтного та високовольтного обладнання. |
|  | Тема 9. Тягові підстанції електротранспорту |
| 42 | Лекція 42. Тягові підстанції електротранспорту. Структура та класифікація. Конструктивні вузли та типи тягових підстанцій. |
|  | • Загальні відомості. |
|  | • Конструктивні вузли і типи тягових підстанцій. |
|  | • Перетворювальний пристрій ТП. |
| 43 | Лекція 43. Перетворювальні трансформатори. Силові напівпровідникові випрямлячі тягових підстанцій. Електричні схеми тягових підстанцій. |
|  | • Види перетворювальних трансформаторів. |
|  | • Захист перетворювальних трансформаторів. |
|  | • Схеми тягових підстанцій. |
| 44 | Лекція 44. Розподільний пристрій (+600В) на ТП. Основне силове обладнання РУ (+600В). Захист перетворювальних агрегатів від перенапруг. |
|  | • Розподільний пристрій постійного струму. |
|  | • Розмикачі РУ постійного струму. |
|  | • Захист обладнання від перенапруг. |

**Практичні роботи**

Практична робота №1 Побудова графіків електричних навантажень підстанції.

Практична робота №2 Визначення розрахункових коефіцієнтів для вибору потужності силових трансформаторів

Практична робота №3 Вибір кількості та стандартної потужності силових трансформаторів підстанції

Практична робота №4 Перевірка силових трансформаторів підстанції на допустимі систематичні й аварійні перевантаження

Практична робота №5 Визначення параметрів настройки регулятора напруги, встановленого на силовому трансформаторі підстанції.

Практична робота №6 Розрахунок струмів короткого замикання для мереж з одним рівнем трансформації напруги у відносних одиницях

Практична робота №7 Розрахунок струмів короткого замикання для мереж з одним рівнем трансформації напруги в іменованих одиницях

Практична робота №8 Розрахунок струмів короткого замикання для мережі з декількома рівнями трансформації напруги

Практична робота №9 Розрахунок струмів короткого замикання електродинамічної та термічної дії

Практична робота №10 Вибір та перевірка високовольтних вимикачів

Практична робота №11 Вибір та перевірка вимикачів навантаження

Практична робота №13 Вибір та перевірка віддільників, короткозамикачів, роз’єднувачів

Практична робота №14 Вибір та перевірка запобіжників, розрядників, обмежувачів напруг.

Практична робота №15 Вибір та перевірка вимірювальних трансформаторів струму

Практична робота №16 Вибір та перевірка вимірювальних трансформаторів напруги

Практична робота №17 Вибір та перевірка гнучкої ошиновки трансформаторної підстанції

Практична робота №18 Вибір та перевірка жорстких одноштабових шин трансформаторної підстанції

Практична робота №19 Вибір та перевірка жорстких двоштабових шин трансформаторної підстанції

Практична робота №20 Механічний розрахунок шин коробчатого перерізу трансформаторної підстанції

Практична робота №21 Вибір і перевірка опорних і прохідних ізоляторів трансформаторної підстанції

Практична робота №22 Розрахунок основних електричних параметрів збірної трансформаторної підстанції

Практична робота №23 Розрахунок основних електричних параметрів комплектної трансформаторної підстанції

Практична робота №24 Розрахунок силового напівпровідникового перетворювача тягової трансформаторної підстанції

**Самостійна робота**

|  |
| --- |
|  |
| Тема 1. Загальні питання енергетики України. |
| Тема 2. Графіки електричних навантажень. |
| Тема 3. Основне обладнання електричних станцій і підстанцій. |
| Тема 4. Коротке замикання в електричних установках. |
| Тема 5. Підстанційні електричні апарати. |
| Тема 6. Системи вимірювань на електростанціях і підстанціях. |
| Тема 7. Комутаційні апарати підстанцій напругою до 1кВ. Струмопровідні частини підстанційного обладнання.Тема 8. Трансформаторні підстанції 6-10/0,4кВ.Тема 9. Тягові підстанції електротранспорту |

**3. Рекомендована література**

|  |
| --- |
| 3.1. Основна література: |
| 1 | Електричні станції і підстанції [текст]: конспект лекцій для студентів напряму підготовки 050701 “Електротехніка та електротехнології” спеціальності 5.05070103 “Електропостачання” денної форми навчання / Євсюк М.М.– Луцьк: Технічний коледж Луцького НТУ, 2018. – 209 c. |
| 2 | Електричні станції і підстанції [текст]: методичні вказівки до виконання курсової роботи для студентів напряму підготовки 050701 “Електротехніка та електротехнології” спеціальності 5.05070103 “Електропостачання” денної форми навчання / Євсюк М.М.– Луцьк: Технічний коледж Луцького НТУ, 2015. – 68 c. |
| 3 | Сегеда М.С. Проектування структурних схем електростанцій та підстанцій. Інформаційний ресурс в інтернеті: https://www.twirpx.com/file/1070490/ |
| 4 | Правила улаштування електроустановок. Інформаційний ресурс в інтернеті: http://www.energiy.com.ua/PUE.html |
| 5 | Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. Інформаційний ресурс в інтернеті: http://www.eximpribor.com.ua/normi-gost/pravila-texn%D1%96chno%D1%97-ekspluatac%D1%96%D1%97-elektroustanovok-spojivach%D1%96v.html |
|  |  |
| 3.2. Допоміжна література: |
| 6 | Електричні станції і підстанції систем електропостачання: лабораторний практикум / М. Й. Федорів, В. В. Тутка, П. М. Николин, А. І. Поточний. - Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2014. - 108 с. |
| 7 | Електричні станції і підстанції [текст]: методичні вказівки до практичних занять для студентів напряму підготовки 050701 “Електротехніка та електротехнології” спеціальності 5.05070103 “Електропостачання” денної форми навчання / Євсюк М.М., Грицюк Ю.В. – Луцьк: Технічний коледж Луцького НТУ, 2018. – 93 c. |
|  |  |
| 3.3. Інформаційні ресурси в Інтернеті |
| 8 | http://www.studmed.uа |
| 9 | http://www.book.sumy.ua |

1. **Форма підсумкового контролю успішності навчання**

Оцінювання практичних робіт, залік, екзамен.

1. **Засоби діагностики успішності навчання**

Комплекти індивідуальних завдань.