

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ  
Кафедра електропостачання ім. проф. В.М. Синькова



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ННІ ЕАЕ

(Калитун В.В.)

2022 р.

«СХВАЛЕНО»

на засіданні кафедри електропостачання

ім. проф. В.М. Синькова

Протокол № \_\_ від "\_\_" червня 2022 р.

Завідувач кафедри

(Козирський В.В.)

«РОЗГЛЯНУТО»

Гарант ОП ОС Магістр,

Спеціальності 141 – Електроенергетика,

електротехніка і електромеханіка

Гарант ОП д.т.н., проф.

професор кафедри

електротехніки, електромеханіки

та електротехнологій

(Заблудський М.М.)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

“ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК СИСТЕМ  
ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ”

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва напряму підготовки)

освітня програма 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

(назва ННІ)

Розробник: к.т.н., доцент А.В. Петренко

## 1. Опис навчальної дисципліни

### “ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ”

(назва навчальної дисципліни)

| Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень |   |                       |
|---|---|-----------------------|
| Освітній ступінь  | <i>Магістр</i>  |                       |
| Спеціальність   | <i>141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i> |                       |
| Освітня програма  | <i>Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>       |                       |
| Магістерська програма   | <i>Електричні мережі і системи</i>                                |                       |
| Характеристика навчальної дисципліни  |   |                       |
| Вид   | Вибіркова   |                       |
| Загальна кількість годин  | <i>120</i>  |                       |
| Кількість кредитів ЄКТС   | <i>4,0</i>  |                       |
| Кількість змістових модулів   | <i>2</i>  |                       |
| Курсовий проект (робота) (за наявності)   |   |                       |
| Форма контролю  | <i>Екзамен</i>  |                       |
| Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання             |   |                       |
|   | денна форма навчання  | заочна форма навчання |
| Лекційні заняття  | <i>10 год.</i>  | <i>год.</i>           |
| Практичні, семінарські заняття  | <i>год.</i>   | <i>год.</i>           |
| Лабораторні заняття   | <i>20 год.</i>  | <i>год.</i>           |
| Самостійна робота   | <i>90 год.</i>  | <i>год.</i>           |
| Індивідуальні завдання  | <i>- год.</i>   | <i>год.</i>           |
| Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання                   | <i>3 год.</i>   |                       |

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Основна мета навчальної дисципліни “Технічна експлуатація електроустановок систем електропостачання” полягає в формуванні у майбутніх фахівців сталих знань та вмінь з проведення і організації технології обслуговування і ремонту вказаних систем, підтримання потрібного рівня їх надійності і працездатності.

**Завдання** вивчення навчальної дисципліни:

- вивчення методів і приладів, які використовуються в процесі технічного обслуговування та ремонту електроенергетичних систем для контролю їх стану та підтримання працездатності;

- проведення регламентних та ремонтних робіт, набуття вмінь роботи з контрольно-вимірними обладнаннями і технічною документацією;

- використання прогресивних методів і стратегій технічного обслуговування.

Місце навчальної дисципліни в системі професійної підготовки фахівця.

Дана дисципліна є теоретичною і практичною основою сукупності знань та вмінь, що формують фахівця в області технологій обслуговування та ремонту електрообладнання електроенергетичних систем.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

**Знати:**

- стратегії технічного обслуговування електроенергетичних систем;
- методи розрахунку обсягу і періоду оглядів, а також регламентних робіт електротехнічного обладнання енергетичних систем;
- властивості різних видів ізоляції, особливості її пробою, устаткування і методи контролю ізоляції;
- методи сушіння ізоляції;
- характерні пошкодження магнітопроводів та прояв;
- методи та прилади контролю контактних з'єднань і прогнозування їх стану;
- загальні методи контролю вузлів тертя;
- методи контролю та випробування трансформаторів, електричних двигунів, ліній електропостачання, електричних апаратів, конденсаторів, заземлювачів, розрядників, релейного захисту та автоматики, вимірних приладів;
- методи пошуку місць пошкоджень в лініях електропостачання;
- технічну документацію, яка ведеться під час експлуатації електротехнічного обладнання та шляхи її вдосконалення;
- методи аналізу результатів експлуатації;

**Вміти:**

- визначати раціональну стратегію технології обслуговування та ремонту конкретного електротехнічного обладнання;
- визначати припустимі температури нагріву ізоляції;
- визначати ступінь зволоження ізоляції за допомогою мегомметра та інших приладів неруйнівного контролю;
- проводити випробування стану ізоляції підвищеною напругою;
- проводити сушіння ізоляції і електротехнічного обладнання;
- визначати стан магнітопроводів електротехнічного обладнання;
- проводити контроль стану контактних з'єднань (рухомого та нерухомого);
- визначати стан вузлів тертя;
- визначати місце пошкодження кабелю дистанційними та топографічними методами;
- розробляти паспорт для конкретного електротехнічного обладнання;
- заповнювати бланк-наряд на оперативне перемикання для заданої електричної установки;
- розраховувати працезатрати та собівартість обслуговування конкретного об'єкту.

Набуття компетентностей:

**Загальні компетентності (ЗК):**

- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- Здатність вивчати нормативні документи використовуючи інформаційні технології;
- Здатність використовувати іноземну мову у професійній діяльності;
- Навички комунікації у колективі, команді;
- Здатність до свідомої і відповідальної діяльності.

**Фахові (спеціальні) компетентності (ФК):**

- Здатність використовувати спеціалізовані методики обслуговування обладнання;
- Здатність використовувати отримані знання для виконання професійної діяльності;
- Здатність правильно використовувати електротехнічне обладнання за призначенням з урахуванням технічних вимог;
- Здатність розрізняти не правильні дії з обслуговування обладнання і приймати рішення;
- Здатність розробляти графіки з технічного обслуговування з урахуванням невизначених умов за окремим електротехнічним обладнанням.

### **3. Програма та структура навчальної дисципліни**

#### **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1.**

Тема лекційного заняття 1. **ОСНОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.** Загальні поняття про систему експлуатації. Основні визначення. Суть і зміст підсистем експлуатації. Заходи, що виконуються при експлуатації СЕП та її організації. Заходи щодо профілактичного обслуговування обладнання. Технічна експлуатація об'єктів підстанції. Організація і забезпечення штатної і технічної експлуатації об'єктів підстанції. Завдання та зміст технічного обслуговування СЕП. Системи технічного обслуговування СЕП. Принципи побудови системи технічного обслуговування. Класифікація систем технічного обслуговування. Параметри систем технічного обслуговування СЕП та їх оптимізація. Критерії якості технічного обслуговування.

Тема лекційного заняття 2. **ДІАГНОСТИКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ОБЛАДНАННЯ СЕП І КОНТРОЛЬ ІЗОЛЯЦІЇ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ.** Суть і завдання технічної діагностики. Способи виконання перевірок. Аналіз сучасних методів виявлення відмов СЕП і їх порівняльна оцінка. Порядок контролю технічного стану заземлюючих пристроїв. Вимірювання опору ізоляції. Випробування ізоляції підвищеною напругою. Ємнісні методи контролю. Вимірювання діелектричних втрат.

#### **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2.**

Тема лекційного заняття 3. **ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ СЕП.** Загальна характеристика експлуатації силових трансформаторів. Контроль технічного стану трансформаторів. Зовнішній огляд. Перевірка стану ізоляції. Перевірка опору обмоток. Визначення коефіцієнта трансформації. Перевірка групи з'єднання обмоток. Перевірка перемикаючих пристроїв. Перевірка герметичності трансформатора. Сушіння трансформаторів. Профілактичне обслуговування трансформаторів.

Тема лекційного заняття 4. **ЕКСПЛУАТАЦІЯ ПОВІТРЯНИХ ТА КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАВАННЯ НАПРУГОЮ ДО 1000 В.** Загальні положення щодо експлуатації повітряних ліній електропередачі (ПТЕ). Випробування ізоляції підвищеною напругою. Огляди повітряних ліній електропередачі. Вимірювання і перевірки на повітряних лініях електропередачі. Охорона повітряних ліній електропередачі СЕП. Загальні положення щодо експлуатації кабельних ліній електропередачі. Приймання кабельної лінії в експлуатацію. Додержання режимів роботи кабельних ліній електропередачі СЕП по струмах навантаження. Огляди кабельних ліній електропередачі. Профілактичні випробування кабельних ліній електропередачі. Охорона кабельних ліній електропередачі СЕП. Види пошкоджень кабелю

Тема лекційного заняття 5. ЕКСПЛУАТАЦІЯ РОЗПОДІЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ СЕП. «Розподільні пристрої напругою до 1000 В» ПТЕ, «Розподільні пристрої і підстанції напругою понад 1000 В» ПТЕ. Експлуатація устаткування розподільних пристроїв. Експлуатація масляних вимикачів. Експлуатація вимикачів навантаження. Експлуатація роз'єднувачів, віддільників, короткозамикачів. Експлуатація вимірювальних трансформаторів. Оперативні перемикання в установках напругою понад 1000 В

| Назви змістових<br>модулів і тем  | Кількість годин |              |   |           |     |      |              |              |    |     |     |      |
|---|-----------------|--------------|---|-----------|-----|------|--------------|--------------|----|-----|-----|------|
|   | денна форма     |              |   |           |     |      | Заочна форма |              |    |     |     |      |
|   | усього          | у тому числі |   |           |     |      | усього       | у тому числі |    |     |     |      |
|   |                 | л            | п | лаб       | інд | с.р. |              | л            | п  | лаб | інд | с.р. |
| 1   | 2               | 3            | 4 | 5         | 6   | 7    | 8            | 9            | 10 | 11  | 12  | 13   |
| <b>Змістовий модуль 1</b>   |                 |              |   |           |     |      |              |              |    |     |     |      |
| Тема 1. Основи експлуатації систем електропостачання  | 26              | 2            |   | 4         |     |      | 20           |              |    |     |     |      |
| Тема 2. Діагностика технічного стану обладнання СЕП і контроль ізоляції електроустаткування | 26              | 2            |   | 4         |     |      | 20           |              |    |     |     |      |
| <b>Разом за модулем 1</b>   | <b>52</b>       | <b>4</b>     |   | <b>8</b>  |     |      | <b>40</b>    |              |    |     |     |      |
| <b>Змістовий модуль 2</b>   |                 |              |   |           |     |      |              |              |    |     |     |      |
| Тема 3. Експлуатація силових трансформаторів СЕП  | 16              | 2            |   | 4         |     |      | 10           |              |    |     |     |      |
| Тема 4. Експлуатація повітряних та кабельних ліній електропередавання напругою до 1000 В    | 26              | 2            |   | 4         |     |      | 20           |              |    |     |     |      |
| Тема 5. Експлуатація розподільного обладнання СЕП   | 26              | 2            |   | 4         |     |      | 20           |              |    |     |     |      |
| <b>Разом за модулем 2</b>   | <b>68</b>       | <b>6</b>     |   | <b>12</b> |     |      | <b>50</b>    |              |    |     |     |      |
| <b>Разом годин</b>  | <b>120</b>      | <b>10</b>    |   | <b>20</b> |     |      | <b>90</b>    |              |    |     |     |      |

#### 4. Теми лабораторних занять

| № п/п     | НАЗВА ТЕМИ  | Обсяг навчальних занять (год.) |
|-----------|---|--------------------------------|
|           |   | Лаб.роб.                       |
| 2 семестр |   |                                |
| Модуль 1  |   |                                |
| 1         | Лабораторна робота 1. "Оцінка стану ізоляції силового трансформатора"                       | 4                              |
| 2         | Лабораторна робота 2. "Вимірювання опору обмоток силового трансформатора постійному струму" | 4                              |
| Модуль 2  |   |                                |
| 3         | Лабораторна робота 3. "Дослідження параметрів заземлюючих пристроїв"                        | 4                              |
| 4         | Лабораторна робота 4. "Вимірювання температури за допомогою тепловізора на відстані"        | 4                              |
| 5         | Лабораторна робота 5. "Оперативні перемикання в електроустановках напругою вище 1 кВ"       | 4                              |
|           | <b>Разом</b>  | <b>20</b>                      |

#### 5. Теми самостійних занять

| № п/п     | НАЗВА ТЕМИ  | Обсяг навчальних занять (год.) |
|-----------|---|--------------------------------|
|           |   | Лаб.роб.                       |
| 2 семестр |   |                                |
| 1         | Самостійна робота 1. "Безпека праці при експлуатації кабельних ліній напругою до 1 кВ"  | 20                             |
| 2         | Самостійна робота 2. "Безпека праці при виконанні робіт на повітряних лініях"   | 20                             |
| 3         | Самостійна робота 3. "Охорона праці при оперативних перемиканнях та під час експлуатації розподільних пристроїв напругою понад 1кВ" | 25                             |
| 4         | Самостійна робота 4. "Безпека праці під час експлуатації розподільних пристроїв напругою понад 1 кВ"                                | 25                             |
|           | <b>Разом</b>  | <b>90</b>                      |

#### 6. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

1. Що повинен знати і вміти студент в результаті вивчення предмету.
2. Електричні установки та їх призначення.
3. Форми обслуговування електрообладнання та структури електротехнічної служби.
4. Система планово-запобіжного ремонту і технічного обслуговування електрообладнання електричних установок

5. Послідовність приймання електричних установок в експлуатацію.
6. Види випробувань, їх призначення та строки виконання.
7. Прилади та апарати для випробування електрообладнання.
8. Методи профілактичних випробувань обладнання.
9. Загальні вимоги до РП. Обсяг і норми приймально-здавальних випробувань РП напругою нижче 1 кВ.
10. Експлуатація основного електрообладнання РП напругою вище 1000 В.
11. Строки, обсяг і норми профілактичних випробувань РП напругою вище 1000 В.
12. Експлуатація пристроїв релейного захисту і автоматики.
13. Оперативні перемикання в установках напругою вище 1 кВ.
14. Експлуатація споживчих підстанцій.
15. Види, обсяг і строки ремонту РП напругою вище 1000 В.
16. Несправності високовольтних вимикачів та їх усунення. Післяремонтні випробування.
17. Несправності роз'єднувачів та їх усунення. Післяремонтні випробування.
18. Ремонтні норми приймально-здавальних випробувань силових трансформаторів.
19. Огляди, поточні ремонти і профілактичні випробування силових трансформаторів, їх призначення і строки виконання.
20. Контроль температури і навантаження трансформаторів.
21. Допустимі і аварійні перевантаження силових трансформаторів.
22. Способи сушіння трансформаторів і їх сушіння.
23. Експлуатація трансформаторного масла.
24. Контроль ізоляції трансформаторів.
25. Вимоги до трансформаторного масла.
26. Перевірка і випробування трансформаторного масла, яке знаходиться експлуатації.
27. Відновлення трансформаторного масла.
28. Паралельна робота трансформаторів.
29. Випробування трансформаторів після ремонту.
30. Приймання повітряних ліній в експлуатацію.
31. Огляди повітряних ліній.
32. Профілактика перевірки і вимірювання повітряних ліній.
33. Профілактичні випробування кабельних ліній.
34. Способи визначення місць пошкодження кабельних ліній.
35. Обсяг і норми пусконаладжувальних випробувань апаратів напругою до 1000 В.
36. Перевірка стану ізоляції апаратів напругою до 1000 В.
37. Строки ремонту розподільних пристроїв напругою до 1000 В.
38. Післяремонтні випробування апаратури розподільних пристроїв напругою до 1000 В.
39. Аварії в електроустановках і заходи боротьби з ними.
40. Експлуатація заземлюючих пристроїв.
41. Вимірювачі опору заземлення та схеми вмикання їх.
42. Визначення несправностей і випробування кабельних ліній.
43. Несправності силових трансформаторів.
44. Вимірювання опору петлі "фаза-нуль"
45. Послідовність ввімкнення і вимкнення високовольтних відхідних ліній.

## 7. Тестові завдання

У даному переліку наведені приклади тестових завдань

|     |  |
|-----|--|
| 100 | <b>Питання 1.</b> Найменша відстань від проводів ПЛ напругою до 110 кВ до поверхні землі у ненаселеній місцевості: |
| 1   | 5 м  |
| 2   | 6 м  |
| 3   | 7 м  |
| 4   | 7,5 м  |

|     |   |
|-----|---|
| 100 | <b>Питання 2.</b> Назвіть спосіб випробувань та вимірювань опору обмоток силового трансформатора постійному струму: |
| 1   | метод вольтметра-амперметра   |
| 2   | метод моста з обов'язковим використанням чотирипровідної схеми  |
| 3   | метод двох вольтметрів  |
| 4   | метод двох вольтметрів і метод постійного струму  |

|     |   |
|-----|---|
| 100 | <b>Питання 3.</b> Випробувальна напруга для прохідних керамічних ізоляторів на напругу 10 кВ, що випробовуються окремо: |
| 1   | 25 кВ   |
| 2   | 30 кВ   |
| 3   | 42 кВ   |
| 4   | 10 кВ   |

|     |   |
|-----|---|
| 100 | <b>Питання 4.</b> Капітальний ремонт роз'єднувачів, відокремлювачів та короткозамикачів виконують з періодичністю:                                  |
| 1   | 1 раз за 4..8 років   |
| 2   | 1 раз за 3..4 роки  |
| 3   | 1 раз за 5 років  |
| 4   | 1 раз за 10 років   |
| 100 | <b>Питання 5.</b> При обслуговуванні ТП 10/0,4 кВ огляд силового трансформатора без відключення та без постійного чергування персоналу проводиться: |
| 1   | не менше 1 разу у 6 місяців   |
| 2   | не менше 1 разу у 3 місяці  |
| 3   | не менше 1 разу у 1 рік   |
| 4   | не менше 1 разу у 1 місяць  |

|     |  |
|-----|--|
| 100 | <b>Питання 6.</b> Розкриття тріщин в залізобетонних опорах з ненапруженою арматурою: |
| 1   | допускається до 2 мм з кількістю не більше 6 на 1 м довжини                          |
| 2   | допускається до 0,2 мм з кількістю не більше 6 на 1 м довжини                        |
| 3   | не допускається  |
| 4   | допускається до 1 мм з кількістю не більше 6 на 1 м довжини                          |

|     |  |
|-----|--|
| 100 | <b>Питання 7.</b> Електричну міцність підвісних фарфорових ізоляторів на ПЛ 10 кВ перевіряють: |
| 1   | не менше 1 разу у 1 рік перед технічним обслуговуванням  |
| 2   | не менше 1 разу у 3 роки перед капітальним ремонтом  |
| 3   | не менше 1 разу у 2 роки перед поточним ремонтом   |
| 4   | не менше 1 разу у 6 років перед капітальним ремонтом   |

|     |  |
|-----|--|
| 100 | <b>Питання 8.</b> Позапланові огляди трас кабельних ліній виконують: |
| 1   | після вимкнення лінії релейним захистом                              |
| 2   | у період паводків  |



|   |   |
|---|---|
| 3 | під час масових посадок зелених насаджень   |
| 4 | після вимкнення лінії релейним захистом, у період паводків та під час масових посадок зелених насаджень |

|     |   |
|-----|---|
| 100 | <b>Питання 9.</b> Ізоляційні пристрої та засоби, призначені для виконання робіт під напругою на ПЛ 35 кВ необхідно випробувати: |
| 1   | напругою, рівною трикратній лінійній  |
| 2   | струмом, рівним трикратному лінійному   |
| 3   | напругою, рівною трикратній фазній  |
| 4   | струмом, рівним трикратному фазному   |

|     |  |
|-----|--|
| 100 | <b>Питання 10.</b> Мінімальні розміри штанги для накладання заземлення в електроустановках на напругу до 1 кВ: |
| 1   | не нормуються, визначаються зручністю користування   |
| 2   | довжина ізоляційної частини 230 мм, рукоятки – 110 мм  |
| 3   | довжина ізоляційної частини 320 мм, рукоятки – 110 мм  |
| 4   | довжина ізоляційної частини 510 мм, рукоятки – 120 мм  |

|     |  |
|-----|--|
| 100 | <b>Питання 11.</b> Основним показником, що характеризує технічний стан контактної структури є: |
| 1   | коефіцієнт абсорбції   |
| 2   | опір ізоляції між контактним з'єднанням  |
| 3   | опір контактного з'єднання   |
| 4   | фізичне спрацювання контактів  |

|     |  |
|-----|--|
| 100 | <b>Питання 12.</b> Для визначення технічного стану заземлюючого пристрою на підстанції періодично:   |
| 1   | вимірюють опір заземлюючого пристрою 1 раз у 3 роки  |
| 2   | перевірку кола фаза – нуль 1 раз у 5 років   |
| 3   | зовнішній огляд видимої частини заземлюючого пристрою (разом з оглядом обладнання ЕУ 1 раз у місяць) |
| 4   | огляд з перевіркою кола між заземлювачем і заземлюючими елементами 1 раз у місяць                    |

|     |  |
|-----|--|
| 100 | <b>Питання 13.</b> Метод "Ємність – час" в основному рекомендується тільки для:                                    |
| 1   | контролю ізоляції сухих трансформаторів або масляних трансформаторів, не залитих маслом (напр., у процесі сушіння) |
| 2   | контролю ізоляції електрогенераторів та електродвигунів  |
| 3   | контролю ізоляції розподільних пристроїв та електроустановок напругою вище 1 кВ                                    |
| 4   | контролю ізоляції електроустановок напругою до 1 кВ  |

|     |   |
|-----|---|
| 100 | <b>Питання 14.</b> У разі вимкнення силового трансформатора від захистів, які не пов'язані з його внутрішнім пошкодженням, він: |
| 1   | може бути ввімкнений після випробувань, аналізу масла і газу  |
| 2   | може бути ввімкнений після проведення огляду та усунення виявлених пошкоджень   |
| 3   | може бути ввімкнений знову без перевірок  |
| 4   | не може бути увімкнений   |

|     |  |
|-----|--|
| 100 | <b>Питання 15.</b> Рівень масла в розширнику непрацюючого трансформатора повинен бути: |
| 1   | не нижче контрольних рисок, що відповідають рівням масла в трансформаторі              |

|   |  |
|---|--|
| 2 | не вище контрольних ризок, що відповідають рівням масла в трансформаторі |
| 3 | на рівні контрольної ризи з написом + 15 °С                              |
| 4 | на рівні контрольної ризи з написом + 40 °С                              |

|     |  |
|-----|--|
| 100 | <b>Питання 16.</b> Виведення силових трансформаторів з роботи необхідне при виявленні:   |
| 1   | сильного нерівномірного шуму й потрiскування усередині трансформатора                    |
| 2   | викиду масла з розширника або розриву діафрагм вихлопної труби                           |
| 3   | течі масла із зниженням його рівня нижче рівня масломірного скла                         |
| 4   | постійно зростаючого нагрівання трансформатора при нормальних навантаженні й охолодженні |

|     |  |
|-----|--|
| 100 | <b>Питання 17.</b> Вимірюване значення лінійного опору для випадку з'єднання обмоток трансформатора у трикутник можна визначити за формулою: |
| 1   | $R_{\phi} = \frac{3}{2} R_{\text{вим}}$  |
| 2   | $R_{\phi} = \frac{R_{\text{вим}}}{2}$  |
| 3   | $R_{\phi} = \frac{2}{R_{\text{вим}}}$  |
| 4   | $R_{\phi} = \frac{2}{3} R_{\text{вим}}$  |

|     |  |
|-----|--|
| 100 | <b>Питання 18.</b> Перевірити групи з'єднання обмоток силових трансформаторів можна наступними методами: |
| 1   | методом фазометра  |
| 2   | методом фазометра, двох вольтметрів і методом постійного струму  |
| 3   | двох вольтметрів   |
| 4   | методом постійного струму  |

|     |  |
|-----|--|
| 100 | <b>Питання 19.</b> При номінальних умовах розрахунковий термін служби трансформаторів становить: |
| 1   | близько 10 років   |
| 2   | близько 30 років   |
| 3   | розрахунковий термін служби необмежено   |
| 4   | близько 20 років   |

|     |  |
|-----|--|
| 100 | <b>Питання 20.</b> Організації, що проводять які-небудь роботи, що можуть викликати пошкодження ПЛ:                            |
| 1   | зобов'язані не пізніше ніж за 3 дні до початку робіт, погоджувати їхнє проведення з організацією, яка експлуатує лінію         |
| 2   | зобов'язані не пізніше ніж за 10 днів до початку робіт, погоджувати їхнє проведення з організацією, яка експлуатує лінію       |
| 3   | не зобов'язані погоджувати їхнє проведення робіт з організацією, яка експлуатує лінію  |
| 4   | зобов'язані на власний розсуд вирішувати у необхідності погоджувати їхнє проведення робіт з організацією, яка експлуатує лінію |

|     |   |
|-----|---|
| 100 | <b>Питання 21.</b> Денні огляди ПЛ проводять для: |
|-----|---|

|   |  |
|---|--|
| 1 | перевірки стану елементів ПЛ та її траси, відновлення нумерації опор, підтягнення бандажів |
| 2 | виявлення світіння або іскріння в місцях нещільних з'єднань                                |
| 3 | контролю роботи персоналу, який обслуговує ПЛ  |
| 4 | виявлення дефектних ламп вуличного освітлення  |

|     |  |
|-----|--|
| 100 | <b>Питання 22.</b> Визначити діаметр здорової частини деревини (еквівалентний діаметр) $d_e$ , якщо виміряна глибина загнивання спеціальними пружинними приладами становить: $b_1 = 5\text{см}$ , $b_2 = 6\text{см}$ , $b_3 = 7\text{см}$ , а зовнішній діаметр деталі - $D = 26\text{см}$ : |
| 1   |  |

|     |   |
|-----|---|
| 100 | <b>Питання 23.</b> Коли траса кабельної лінії проходить по території електрифікованого рейкового транспорту (трамвай та ін.), кабелі треба: |
| 1   | захищати від небезпечного впливу блукаючих струмів і ґрунтової корозії  |
| 2   | захищати щитами, трубами і т. п.  |
| 3   | захищати від тепловипромінювання різного роду джерел тепла  |
| 4   | треба підключати до електрифікованого рейкового транспорту  |

|     |   |
|-----|---|
| 100 | <b>Питання 24.</b> Якщо під час огляду трас кабельних ліній виявлено, що проводяться земляні роботи без дозволу, треба: |
| 1   | припинити виконання робіт і викликати представника адміністрації (інспекції)  |
| 2   | дозволити виконання робіт під особисту відповідальність виконавця   |
| 3   | зробити вид, що нічого не помітили і таємно попередити представників адміністрації (інспекції)                          |
| 4   | припинити виконання робіт, скласти акт про порушення правил і викликати представника органів міліції                    |

|     |  |
|-----|--|
| 100 | <b>Питання 25.</b> Ємнісний метод пошуку місць пошкодження в кабельних лініях застосовують у випадках, коли: |
| 1   | потрібно визначити відстань до місця обриву однієї або декількох жил кабелю                                  |
| 2   | потрібно визначити відстань до місця КЗ однієї або декількох жил кабелю                                      |
| 3   | відсутня апаратура для визначення місця пошкодження імпульсним методом                                       |
| 4   | випробовують кабель підвищеною напругою  |

|     |  |
|-----|--|
| 100 | <b>Питання 26.</b> На кожній електричній станції (підстанції) не обов'язковим є наявність одного документу із переліченої оперативно-технічної документації: |
| 1   | інструкції з пожежної безпеки  |
| 2   | карта уставок релейного захисту та автоматики  |
| 3   | журнал показань вимірювальних приладів   |
| 4   | правила улаштування електроустановок   |

|     |   |
|-----|---|
| 100 | <b>Питання 27.</b> Позачергові огляди розрядників:  |
| 1   | проводять після сильних гроз, після відключення лінії як з успішним, так і з неуспішним АПВ |
| 2   | проводити непотрібно  |
| 3   | проводять тільки після сильних гроз   |
| 4   | проводять тільки після відключення лінії з неуспішним АПВ                                   |

|     |  |
|-----|--|
| 100 | <b>Питання 28.</b> Кваліфікація працівника, який виконує оперативні перемикання в схемах розподільних пристроїв напругою понад 1 кВ: |
|-----|--|

|   |                                 |
|---|---------------------------------|
| 1 | повинна бути не нижче IV групи  |
| 2 | повинна бути не нижче III групи |
| 3 | повинна бути не нижче II групи  |
| 4 | повинна бути не нижче V групи   |

|     |   |
|-----|---|
| 100 | <b>Питання 29.</b> Розбирання силового трансформатора проводять:                    |
| 1   | на відкритому повітрі, захищаючи виймальні частини від забруднення і вологи         |
| 2   | тільки в закритому приміщенні, захищаючи виймальні частини від забруднення і вологи |
| 3   | тільки на території підстанції  |
| 4   | безпосередньо на місці кріплення  |

|     |  |
|-----|--|
| 100 | <b>Питання 30.</b> Пробій твердих діелектриків залежить від: |
| 1   | неякісного лакофарбового покриття                            |
| 2   | відсутності напруги в електричній мережі                     |
| 3   | їх фізичних властивостей, умов навколишнього середовища      |
| 4   | характеру прикладеної напруги та форми електричного поля     |

## 8. Методи навчання

Дисципліною передбачено проведення лекційних, лабораторних та самостійних робіт. Методи, що використовуються під час проведення занять: словесні (лекції, дискусії, пояснення), наочні (ілюстрації, демонстрації), практичні методи (досліди, практичні роботи, розв'язання задач), навчальна робота під керівництвом викладача – самостійна робота в аудиторіях, самостійна робота студентів без контролю викладача – самостійна робота в бібліотеках та вдома.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний. За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

## 9. Форми контролю

Контроль знань відбувається шляхом виконання модульних контрольних робіт та написання екзаменаційного тесту.

## 10. Розподіл балів, які отримують студенти

| Поточний контроль  |                    | Рейтинг з навчальної роботи<br>R <sub>НР</sub> | Рейтинг з додаткової роботи<br>R <sub>ДР</sub> | Рейтинг штрафний<br>R <sub>ШТР</sub> | Підсумкова атестація (екзамен чи залік) | Загальна кількість балів |
|--------------------|--------------------|--|--|--------------------------------------|---|--------------------------|
| Змістовий модуль 1 | Змістовий модуль 2 |  |  |                                      |   |                          |
| 0-100              | 0-100              | 0-70   | 0-20   | 0-5                                  | 0-30                                    | 0-100                    |

## Шкала оцінювання: національна та ECTS

|  |   |
|--|---|
| <b>Рейтинг здобувача вищої освіти,</b> | <b>Оцінка національна за результати складання</b> |
|--|---|

| бали     | екзаменів    | заліків       |
|----------|--------------|---------------|
| 90 – 100 | Відмінно     | Зараховано    |
| 74 – 89  | Добре        |               |
| 60 – 73  | Задовільно   |               |
| 0 – 59   | Незадовільно | Не зараховано |

### Критерії оцінювання за модулями

| Вид діяльності                     | Максимальна кількість балів | З урахуванням ваги модуля |
|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| <i>Модуль 1 (35 %)</i>             |                             |                           |
| Навчальна робота                   |                             |                           |
| Лабораторна робота № 1             | 20                          | 14                        |
| Лабораторна робота № 2             | 20                          | 14                        |
| Самостійна робота № 1              | 10                          | 7                         |
| Самостійна робота № 2              | 10                          | 7                         |
| Самостійна робота № 3              | 10                          | 7                         |
| Модульний тест 1                   | 30                          | 21                        |
| Всього за модуль 1                 | 100                         | 70                        |
| <i>Модуль 2 (35 %)</i>             |                             |                           |
| Лабораторна робота № 3             | 20                          | 14                        |
| Лабораторна робота № 4             | 20                          | 14                        |
| Лабораторна робота № 5             | 20                          | 14                        |
| Самостійна робота № 4              | 10                          | 7                         |
| Модульний тест 2                   | 30                          | 21                        |
| Всього за модуль 2                 | 100                         | 70                        |
| <i>Підсумкова атестація (30 %)</i> |                             |                           |
| <u>Підсумковий тест</u>            | 100                         | 30                        |
| Всього за курс                     | 200                         | 100                       |

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни  $R_{\text{дис}}$  (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи  $R_{\text{нр}}$  (до 70 балів):  $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$ .

### 11. Методичне забезпечення

1. Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. ГДК 34.20.507- 2003: Правила / І.П. Гарбузов (кер.розроб.). — 1.вид., офіц. — К. : ОЕП "ГРІФРЕ", 2003. — 628с.

2. Посібник з вивчення Правил технічної експлуатації електричних станцій і мереж. Електротехнічне устаткування електричних станцій та мереж, оперативно-диспетчерське керування: Навч. посібник / Є.І. Удод (заг.ред.). — К., 2004. — 800с.
3. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. Х.: Форт, 2013. — 375с.
4. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів: ДНАОП 0.00- 1.21-98: Затв. 09.01.98 №4 / Державний комітет України по нагляду за охороною праці / І.Д. Сорокін (ред.), В.М. Ясинський (відп.викон.). — К., 2004. — 381с.
5. Справочник по ремонту и техническому обслуживанию электрических сетей / Под ред. К.М. Антипова, И.Е. Бандуилова. М.: Энергоатомиздат, 1987. — 560с.
6. Методические указания по определению мест повреждения воздушных линий напряжением 110кВ и выше с помощью фиксирующих приборов. РД34.35.517-89. — М.: Союзтехэнерго, 1989. — 92с.
7. СОУ-Н МПЕ 40.1.08.551:2004. Розслідування і облік технологічних порушень в роботі електростанцій, мереж та енергосистем міненерго України. Інструкція. — К.: ОЕП "ГРІФРЕ", 2005. — 50с.
8. СОУ-Н МПЕ 40.1.20.576:2005. Методичні вказівки з обліку та аналізу в енергосистемах технічного стану розподільних мереж напругою 0,38-20 кВ з повітряними лініями електропередачі. - К.:ОЕП "ГРІФРЕ", 2005. — 45 с.
9. ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения
10. СОУ-Н ЕЕ 20.302:2007 "Норми випробування електрообладнання"
- 11.ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения
12. СОУ-Н ЕЕ 20.622:2008 "Система технічного обслуговування та ремонту обладнання електростанцій. Здавання в ремонт та приймання з ремонту обладнання. Правила"
13. СОУ-Н ЕЕ 04.404:2006 "Організація експлуатації релейного захисту та автоматики в енергокомпаніях і їх структурних одиницях"
14. СОУ-Н ЕЕ 20.604:2006 "Типові технологічні карти на капітальний ремонт та технічне обслуговування електричних мереж напругою 0,4-20 кВ. Кабельні мережі"
15. СОУ-Н ЕЕ 20.665:2006 "Типові технологічні карти на ремонт і технічне обслуговування електричних мереж напругою 0,4-20 кВ (обладнання ТП, РП) "
16. СОУ-Н ЕЕ 20.402:2007 Прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів електричних мереж напругою від 0,38 кВ до 110 (150) кВ — К., 2007. — 17с.
17. Інструкція ДС-4. З перемикачів в електроустановках ВАТ ЕК «Чернігівобленерго». — Чернігів: ЦДС, 2003. — 54с
18. Розслідування і облік технологічних порушень на об'єктах електроенергетики і в об'єднаній енергетичній системі України в роботі електростанцій, мереж та енергосистем міненерго України. Інструкція. — К.: УНПО «Енергопрогрес», 1999. — 56с.
19. Носков, В. А. Дипломное проектирование по эксплуатации энергооборудования: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства» / В. А. Носков, А. Р. Киршин.- Ижевск: ИжГСХА, 2008.- 111 с

## **12. Рекомендована література**

### **Основна**

1. Петренко А. В. Технології обслуговування та ремонту електричних установок. Частина 1 / А. В. Петренко, С. С. Макарович // К.: ЦП "Компринт", 2017 — 360 с.

2. Експлуатація електрообладнання систем електропостачання. Навч. посібник / В.М.Буряк. - 2-ге вид. перероб. та випр. - Х.: Тимченко, 2008. - 496 с.
3. Експлуатація електроустановок: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Г.Г. Півняк, А.В. Журахівський, Г.А. Кігель, Б.М. Кінаш, А.Я. Рибалко; Нац. гірн. ун-т, Нац. ун-т "Львів. політехніка". — Д.: НГУ, 2005. — 446 с. — Бібліогр.: с. 438-440.
4. Експлуатація повітряних ліній електропередачі: Навч. посіб. для студ. / М.О. Головатюк; Вінниц. держ. техн. ун-т. — Вінниця, 2001. — 129 с.
5. Експлуатація кабельних ліній електропередачі: навч. посіб. / М.О. Головатюк, В.О. Леонтєв, В.А. Видмиш; Вінниц. нац. техн. ун-т. — Вінниця, 2009. — 108 с.
6. Трансформатори. Монтаж, обслуговування та ремонт: навч. посіб. / М.В. Принц, В.М. Цимбалістий. — Л.: Оріяна-Нова, 2007. — 184 с.
7. Несправності силового електрообладнання / О.С.Марченко, Ю.М.Лавріненко, Є.Л.Жулай, М.Т.Лут та ін. За ред. О.С.Марченка. - К.: Урожай, 1994. - 288с.
8. В.И. Груба, В.В. Калинин, И.И. Макаров. Монтаж и эксплуатация электроустановок. - М: Недра, 1991. - 239 с.
9. Експлуатація та діагностування електричних машин і трансформаторів: Навч. посіб. для студ. електромех. спец. вищ. навч. закл. / М.А. Яцун; Нац. ун-т "Львів. політехніка". — Л., 2003. — 179 с.: рис. — Бібліогр.: с. 173-177.
10. Борушман В.А., Кудрявцев А.А., Кузнецов А.П. Устройства для определения мест повреждения на воздушных линиях электропередачи 6–750кВ. – М.: Энергия, 1980. – 104с.
11. Вавилов В.П., Александров А.Н. Инфракрасная диагностика в строительстве и энергетике. – М.: НТФ “Энергопрогресс”, 2003. – 76с
12. Шмурьев В.Я. Цифровая регистрация и анализ аварийных процессов в электроэнергетических системах. – М.: НТФ "Энергопрогресс", 2004. – 96с.
13. Бажанов С.А. Тепловизионный контроль электрооборудования в эксплуатации (Часть 1) – М: НТФ "Энергопрогресс", 2005. – 80с.
14. Бажанов С.А. Тепловизионный контроль электрооборудования в эксплуатации (Часть 2) – М: НТФ "Энергопрогресс", 2005. – 64с.

### Допоміжна

1. Брусиловский Э.М., Петунин В.В. Эксплуатация систем электроснабжения. – М.: ДОСААФ, 1983. – 136с.
2. Ящура А.И. Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования. Справочник. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. – 504с.
3. Єрмолаєв С.О., Мунтян В.О., Яковлев В.Ф. Експлуатація енергообладнання та засобів автоматизації в системі АПК: Підручник / За ред. С.О. Єрмолаєва. – К.: Мета, 2003. – 543с.
4. Селивахин А. И. Сагутдинов Р. Ш. Эксплуатация электрических распределительных сетей: Учеб. пособие для ПТУ. – М.: Высш. шк., 1990. – 239с.
5. Пястолов А.А., Ерошенко Г.П. Эксплуатация электрооборудования. Учебное пособие для студентов. - М.: Агропромиздат, 1990. – 287с.
6. Правила користування електричною енергією . – К.: ДП “НТУКЦ”, 2005.
7. Указания по организации эксплуатации электрических сетей напряжением 0,4-10кВ на предприятиях Белглавэнерго. – Минск, 1976.
8. Козлов В.А., Куликович Л.М. Прокладка, обслуживание и ремонт кабельных линий. – Л.: Энергоатомиздат, 1984. – 248с.
9. Мигаль А.В. Монтаж и эксплуатация электропроводок на приусадебных и садовых участках. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 112с.
10. Арцишевский Я. Л. Определение мест повреждения линий электропередачи в сетях с изолированной нейтралью. – М.: Высш. шк., 1989. –87 с.

11. Карташев И.И., Зуев Э.Н. Качество электроэнергии в системах электроснабжения. Способы его контроля и обеспечения. – 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Издательство МЭИ, 2001. – 120 с.
12. Самородов Ю.Н. Дефекты и неисправности генераторов. – М.: НТФ "Энергопрогресс", 2005 – 100 с.

### **13. Інформаційні ресурси**

1. Закон України "Про електроенергетику", Электрические сети. Режим доступу до сервера: <http://leg.co.ua/knigi/zakony/zakon-ukrayini-pro-elektroenergetiku.html>