

до наказу від \_\_\_\_\_ 2022 р. № \_\_\_\_\_

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Кафедра електропостачання ім. проф. В. М. Синькова.**

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**  
Директор ННІ ЕАіЕ  
Каплун В. В.  
” \_\_\_\_\_ 2022р.

**“СХВАЛЕНО”**  
на засіданні кафедри електропостачання  
ім. проф. В. М. Синькова  
Протокол № 14 від “2” травня 2022р  
Завідувач кафедри  
Козирський В.В.

**”РОЗГЛЯНУТО”**  
Гарант ОП доктор технічних наук, професор,  
професор кафедри електричних машин  
і експлуатації електрообладнання  
Гарант ОП  
Заблудський М.М.

*РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ*

**НАДІЙНІСТЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ**

спеціальність 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

**ННІ** \_\_\_\_\_  
**Розробник:** енергетики, автоматики і енергозбереження  
к.т.н., доц. Гай Олександр Валентинович

Київ – 2022 р.

## 1. Опис навчальної дисципліни

### “ НАДІЙНІСТЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ”

|  |   |                       |
|--|---|-----------------------|
| <b>Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень</b>             |   |                       |
| Освітній ступінь   | <i>Магістр</i>  |                       |
| Спеціальність  | <i>141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i> |                       |
| Освітня програма   | <i>Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>       |                       |
| <b>Характеристика навчальної дисципліни</b>  |   |                       |
| Вид  | Нормативна (вибіркова)  |                       |
| Загальна кількість годин   | _____140_____   |                       |
| Кількість кредитів ECTS  | _____5_____   |                       |
| Кількість змістових модулів  | _____5_____   |                       |
| Курсовий проект (робота)<br><small>(якщо є в робочому навчальному плані)</small>                   |   |                       |
| Форма контролю   | Екзамен   |                       |
| <b>Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання</b>                         |   |                       |
|  | денна форма навчання  | заочна форма навчання |
| Рік підготовки   | _____2022-2023_____   | _____2022-2023_____   |
| Семестр  | _____2_____   | _____2_____           |
| Лекційні заняття   | _____30_____ год.   | _____6_____ год.      |
| Практичні, семінарські заняття   | _____30_____ год.   | _____ год.            |
| Лабораторні заняття  | _____0_____ год.  | _____6_____ год.      |
| Самостійна робота  | _____80_____ год.   | _____112_____ год.    |
| Індивідуальні завдання   | _____ год.  | _____ год.            |
| Кількість тижневих годин для денної форми навчання:<br>аудиторних<br>самостійної роботи студента – | _____6_____ год.<br>_____8_____ год.                              |                       |

## 2. Мета, завдання та компетенції навчальної дисципліни

Основна мета навчальної дисципліни “НАДІЙНІСТЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ” полягає в формуванні у майбутніх фахівців сталих знань та вмінь з підтримання потрібного рівня надійності і працездатності електроенергетичних систем.

В електроенергетиці розрізняють два класи задач, розв'язуваних з урахуванням надійності: задачі аналізу (оцінні) і задачі синтезу (оптимізаційні). До задач аналізу відноситься кількісна оцінка показників надійності елементів і систем, надійності електропостачання (ЕП) споживачів при відомих параметрах, режимах, конфігурації систем електропостачання (СЕП). Задачі синтезу надійності полягають у виборі раціональних рішень при плануванні, проектуванні, спорудженні й експлуатації електроенергетичних систем (ЕЕС), а також при виготовленні устаткування, що забезпечує необхідний рівень надійності. У результаті вивчення курсу бакалавр повинний: *мати представлення:*

про взаємозв'язок навчальної дисципліни з іншими спеціальними дисциплінами;

про роль досліджень в області проектування та надійності ЕС у сучасній електроенергетиці;

*знати:*

порядок підготовки вихідних документів, інформації та стадії проведення проектних робіт;

показники надійності і показники ризику, методи їхнього розрахунку, шляхи і засоби підвищення надійності елементів ЕЕС;

нормативну базу проектування систем електропостачання;

*уміти:*

- аналізувати схеми електричних мереж;

- аналізувати режими роботи систем електропостачання з точки зору їх відповідності вимогам щодо надійності і економічності роботи та якості передаваної електроенергії;

- обґрунтовувати заходи з підвищення надійності роботи систем електропостачання, зниження втрат електричної енергії в мережах та забезпечення нормованих показників якості електричної енергії для споживачів

- аналізувати види відмов;

-аналізувати кількісну характеристику властивостей, що визначають надійність електроенергетичного об'єкта;

проводити розрахунок показників надійності;

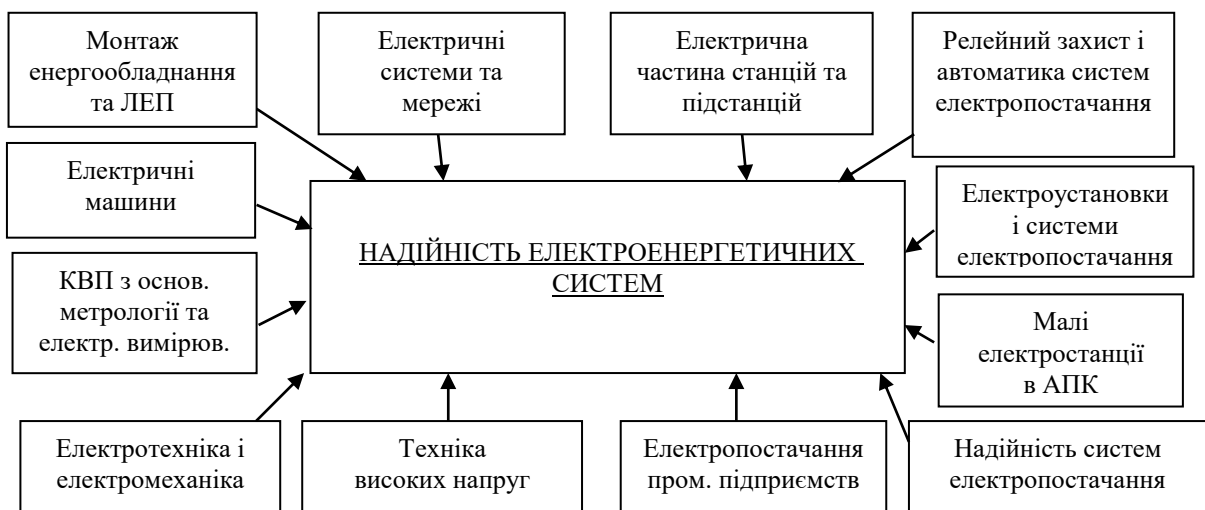
приймати раціональні рішення для підвищення надійності об'єктів

ЕЕС.

Перелік дисциплін, що повинні передувати вивченню даної дисципліни: : вища математика (розділи - обчислення функцій однієї та багатьох незалежних змінних, теорія імовірності, методи оптимізації); теоретичні основи електротехніки; контрольно-вимірювальних приладів з основами метрології (розділ - принципи роботи електровимірювальних приладів), електричних машин (розділ - режими роботи електричних машин); математичні задачі енергетики; техніка високих напруг; електрична частина станцій і підстанцій; основи проектування механічної частини ЛЕП.

Перелік дисциплін, вивченню яких передує дана дисципліна: електричні системи та мережі; перехідні процеси в електроенергетиці; системи електропостачання об'єктів; релейний захист та автоматизація в СЕП.

### Міждисциплінарні зв'язки навчальної дисципліни



## Набуття компетентностей:

### загальні компетентності (ЗК):

1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
3. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.
4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
5. Здатність використовувати іноземну мову для здійснення науково-технічної діяльності.
6. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
7. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.
8. Здатність виявляти та оцінювати ризики.
9. Здатність працювати автономно та в команді.

### Здатність виявляти зворотні зв'язки та корегувати свої дії з їх врахуванням. фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

1. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
2. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
3. Здатність планувати, організовувати та проводити наукові дослідження в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
4. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
5. Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проектно-конструкторських рішень в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
6. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
7. Здатність демонструвати обізнаність з питань інтелектуальної власності та контрактів в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
8. Здатність досліджувати та визначити проблему і ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
9. Здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
10. Здатність керувати проектами і оцінювати їх результати.
11. Здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів та систем.
12. Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів проблеми, що вирішується, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів.
13. Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові актів, норми, правила й стандарти в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
14. Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

**Здатність публікувати результати своїх досліджень у наукових фахових виданнях.**

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

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.

### **Тема лекційного заняття 1.**

Загальні питання проектування систем електропостачання

### **Тема лекційного заняття 2.**

Основні вимоги та нормативні документи для проектування систем електропостачання сільського господарства

### **Тема лекційного заняття 3**

Тематика, склад і зміст проекту.

### **Тема лекційного заняття 4**

Вихідні матеріали для проектування

### **Тема лекційного заняття 5**

Оформлення текстового і графічного матеріалу. Загальні вимоги до оформлення конструкторських документів. Правила виконання текстових документів. Правила виконання графічного матеріалу.

### **Тема лекційного заняття 6.**

Показники надійності і показники ризику. Одиничні показники надійності. Показники безвідмовності

### **Тема лекційного заняття 7.**

Показники відновлюваності (імовірність відновлення, імовірність невідновлення, інтенсивність відновлення, середній час відновлення). Параметр потоку відмов, наробіток на відмовлення.

### **Тема лекційного заняття 8.**

Комплексні показники надійності. Показники ризику і показники надійності, застосовувані за кордоном.

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. НАДІЙНІСТЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

### **Тема лекційного заняття 9.**

Резервування. Удосконалення конструкцій і матеріалів, технічного обслуговування, контролю і керування.

### **Тема лекційного заняття 10**

Показники ризику і показники надійності, застосовувані за кордоном.

### **Тема лекційного заняття 11**

Основні відомості зі статистичної обробки даних при визначенні показників надійності елементів систем електропостачання

### **Тема лекційного заняття 12**

Структурна схема надійності. Методи оцінки показників надійності послідовно-паралельних систем

### **Тема лекційного заняття 13**

Методи розрахунку показників надійності систем зі структурою, що неприводиться, (методи мінімальних шляхів і перетинів, метод декомпозиції, метод перетворення з'єднання трикутником у з'єднання зіркою).

#### Тема лекційного заняття 14.

Автоматизація процесів у еес, оптимізація режимів і вибір раціональних схем мереж.

#### Тема лекційного заняття 15.

Прийняття рішень при проектуванні сеп з урахуванням надійності. Техніко-економічне обґрунтування рівня надійності сеп. Шляхи і засоби забезпечення надійності СЕП.

| Назви змістових 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. Загальні питання проектування систем електропостачання</b>   |                 |              |          |     |     |           |              |              |    |     |     |      |
| Тема 1. Основні нормативні документи для проектування систем електропостачання сільського господарства. Завдання на проектування. | 11              | 3            | 3        |     |     | 5         |              |              |    |     |     |      |
| Тема 2. Склад та об'єм вишукувальних робіт. Стадійність проектування.   | 11              | 3            | 3        |     |     | 10        |              |              |    |     |     |      |
| Тема 3. Керівні і нормативні матеріали. Типові проекти ліній електропередачі та трансформаторних підстанцій.                      | 11              | 3            | 3        |     |     | 5         |              |              |    |     |     |      |
| <b>Разом за змістовим модулем 1</b>   | <b>33</b>       | <b>9</b>     | <b>9</b> |     |     | <b>20</b> |              |              |    |     |     |      |
| <b>Змістовий модуль 2. Надійність електроенергетичних систем.</b>   |                 |              |          |     |     |           |              |              |    |     |     |      |
| Тема 4. Показники надійності і показники ризику. Одиничні показники надійності. Показники безвідмовності                          | 14              | 4            | 3        |     |     | 12        |              |              |    |     |     |      |
| Тема 5. Параметр потоку відмов, наробіток на відмовлення. Комплексні показники  | 15              | 3            | 4        |     |     | 8         |              |              |    |     |     |      |

|   |            |           |           |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
|---|------------|-----------|-----------|--|--|-----------|--|--|--|--|--|--|--|
| надійності  |            |           |           |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Разом за змістовим модулем 2</b>   | <b>29</b>  | <b>7</b>  | <b>7</b>  |  |  | <b>20</b> |  |  |  |  |  |  |  |
| Змістовий модуль 3. Надійність структур.  |            |           |           |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Тема 6. Послідовне, паралельне, змішане з'єднання елементів                         | 14         | 4         | 3         |  |  | 12        |  |  |  |  |  |  |  |
| Тема 7. Надійність складних структур  | 15         | 3         | 4         |  |  | 8         |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <b>29</b>  | <b>7</b>  | <b>7</b>  |  |  | <b>20</b> |  |  |  |  |  |  |  |
| Змістовий модуль 4. Сучасні показники надійності.                                   |            |           |           |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |
| Тема 8. Методи розрахунку SAIDI-SAIFI   | 14         | 4         | 3         |  |  | 12        |  |  |  |  |  |  |  |
| Тема 9. Вплив показників надійності SAIDI на ефективність роботи електричної мережі | 15         | 3         | 4         |  |  | 8         |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <b>29</b>  | <b>7</b>  | <b>7</b>  |  |  | <b>20</b> |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Усього годин</b>   | <b>140</b> | <b>30</b> | <b>30</b> |  |  | <b>80</b> |  |  |  |  |  |  |  |

#### 4. Теми семінарських занять

#### 5. Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми   | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1     | Вивчення нормативної документації проектування електричних мереж.  | 2               |
| 2     | Аналіз планів-схем електричних мереж з метою прогнозування їх подальшого розвитку.   | 2               |
| 3     | Аналіз планів-схем електричних мереж та обґрунтування заходів забезпечення надійності електропостачання.                   | 2               |
| 4     | Розрахунок показників надійності елементів систем електропостачання базуючись на статистичній обробці інформації           | 4               |
| 5     | Розрахунок оптимальної кількості та місць розташування засобів автоматичного секціонування розподільних електричних мереж. | 4               |
| 6     | Надійність складних структур   | 4               |
| 7     | Методи розрахунку SAIDI-SAIFI  | 4               |
| 8     | Вплив показників надійності SAIDI на ефективність роботи електричної мережі  | 4               |
| 9     | Розрахунок показників надійності складних систем   | 2               |
| 10    | Марковські процеси   | 2               |
|       | Разом  | 30              |



## **6. Теми лабораторних занять**

### **Самостійна робота**

#### **Завдання 1 ПРИЧИНИ І ХАРАКТЕР УШКОДЖЕНЬ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

Повітряні лінії електропередачі

Кабельні лінії електропередачі

Силові трансформатори

Електричні двигуни

Комутаційні електричні апарати

Релейний захист і автоматика

#### **Завдання 2 МОДЕЛІ ВІДМОВ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

Види відмов

Класифікація відмов

Типи відмов

#### **Завдання 3 КІЛЬКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ**

Зміна інтенсивності відмов в часі

Розрахункові формули для експоненціального закону надійності

### **Індивідуальні завдання**

#### **Завдання 1 ПОКАЗНИКИ НАДІЙНОСТІ ВІДНОВЛЮВАНИХ ОБ'ЄКТІВ**

#### **Завдання 2 ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ ЗА ПОКАЗНИКАМИ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ, ЩО ВХОДЯТЬ В НИХ**

Теорема складання вірогідності

Теорема множення вірогідності

Надійність систем з послідовним з'єднанням елементів

Надійність систем з паралельним з'єднанням елементів

Види резервування

Надійність систем при постійному загальному резервуванні

Надійність систем при постійному роздільному резервуванні

Надійність систем із змішаним з'єднанням елементів

Наближений метод перетворення трикутника у зірку і назад

Наближений метод виключення елементів

#### **Завдання 3 РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЛОГИКО-ІМОВІРНІСНИМ МЕТОДОМ**

Алгебра логіки

Логічні функції працездатності і непрацездатності  
Вірогідність працездатного і непрацездатного стану СЭС

#### Завдання 4 ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ НАДІЙНОСТІ СХЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Облік умисних відключень

Умисні відключення при послідовному з'єднанні елементів

Умисні відключення при паралельному з'єднанні елементів

Вплив організації обслуговування на надійність схем

Вплив надійності комутаційної апаратури і пристроїв □ релейного захисту і автоматики на надійність схем

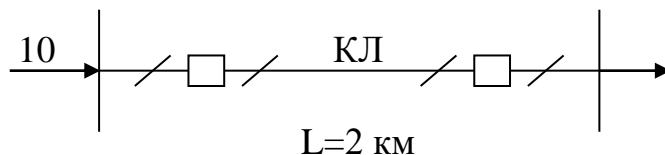
Розрахунок показників надійності схем електропостачання

Розрахунок показників надійності електроустановок

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

1. Проблема надійності в електроенергетиці. Задачі надійності.
2. Моделі надійності устаткування при постійному резервуванні й обмеженому відновленні.

1. Визначити показники надійності системи без урахування надійності роз'єднувачів.



#### 2. Надійність:

1 властивість об'єкта виконувати потрібні функції в певних умовах протягом заданого інтервалу часу чи наробітку

2 властивість об'єкта зберігати у часі в установлених межах значення всіх параметрів, які характеризують здатність виконувати потрібні функції в заданих режимах та умовах застосування, технічного обслуговування, зберігання та транспортування.

3 властивість об'єкта виконувати потрібні функції до переходу у граничний стан при встановленій системі технічного обслуговування та ремонту

4 властивість об'єкта бути пристосованим до підтримання стану, в якому він здатний виконувати потрібні функції за допомогою технічного обслуговування та ремонту

#### 3. Ремонтпридатність

1 властивість об'єкта бути пристосованим до підтримання стану, в якому він здатний виконувати потрібні функції за допомогою технічного обслуговування та ремонту

2 властивість об'єкта бути здатним виконувати потрібні функції в заданих умовах у будь-який час чи протягом заданого інтервалу часу за умови забезпечення необхідними зовнішніми ресурсами.

3 стан об'єкта, за яким він здатний виконувати усі задані функції об'єкта.

4 сукупність електроустановок, призначених для забезпечення споживачів електричною енергією

4. Відмова:

1 подія, яка полягає у порушенні справного стану об'єкта коли зберігається його працездатність.

2 подія, яка полягає у втраті об'єктом здатності виконувати потрібну функцію, тобто у порушенні працездатного стану.

3 ознака чи сукупність ознак порушення працездатного стану об'єкта, встановлені у нормативній та конструкторській документації.

4 використання об'єкта, які привели до відмови.

5. Термін служби

1 можливий початковий період наробітку об'єкта, протягом якого спостерігається стала тенденція до зменшення параметра потоку відмов, що зумовлено наявністю, поступовим виявленням та усуненням прихованих дефектів

2 інтервал часу, протягом якого виконується вручну чи автоматично операція технічного обслуговування та (чи) ремонту об'єкта, включно з тривалістю затримок через незабезпеченість матеріальними ресурсами

3 інтервал часу, протягом якого об'єкт перебуває в непрацездатному стані через відмову

4 календарна тривалість експлуатації об'єкта від початку чи її поновлення після ремонту до переходу в граничний стан

6. Період приробу:

1 інтервал часу, протягом якого виконується вручну чи автоматично операція технічного обслуговування та (чи) ремонту об'єкта, включно з тривалістю затримок через незабезпеченість матеріальними ресурсами

2 можливий початковий період наробітку об'єкта, протягом якого спостерігається стала тенденція до зменшення параметра потоку відмов, що зумовлено наявністю, поступовим виявленням та усуненням прихованих дефектів

3 період терміну служби відновлювального об'єкта з приблизно сталим параметром потоку відмов

4 поступове незворотне змінювання властивостей об'єкта, спричинене хімічними та (або) фізичними процесами, що самочинно протікають в матеріалах

7 Показники надійності

1 кількісна характеристика однієї чи декількох із тих властивостей, які в сукупності складають надійність об'єкта

2

3 показник надійності, значення якого визначають шляхом розрахунку.

4 показник надійності, точкову чи інтервальну оцінку якого визначають за даними випробувань.

показник надійності, точкову чи інтервальну оцінку якого визначають за наслідками експлуатації.

## 8. Розрахунковий показник надійності

- 1 показник надійності, значення якого визначають шляхом розрахунку.
- 2 показник надійності, який розраховано на основі спостережних оцінних чи екстрапольованих показників надійності для частин об'єкту у заданих умовах експлуатації з врахуванням особливостей конструкції об'єкта
- 3 імовірність того, що протягом заданого наробітку відмова об'єкта не виникне.

## 9. Середній наробіток до відмови:.

- 1 умовна густина імовірності виникнення відмови об'єкта, яка визначається за умови, що до цього моменту відмова не виникла
- 2 відношення сумарного наробітку відновлюваного об'єкта до математичного сподівання числа його відмов протягом цього наробітку.
- 3 математичне сподівання наробітку об'єкта до першої відмови.

## 10. Параметр потоку відмов

- 1 математичне сподівання часу відновлення працездатного стану об'єкта після відмови
- 2 відношення математичного сподівання кількості відмов відновлювального об'єкта за досить малий його наробіток до значення цього наробітку
- 3 імовірність того, що час відновлення працездатного стану об'єкта не перевищить заданого значення

## 8. Методи навчання

Дисципліною передбачено проведення лекційних, лабораторних та практичних занять, виконання курсової роботи. 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.

## 9. Форми контролю

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

## 10. Розподіл балів, які отримують студенти

| Поточний контроль  |                    | Рейтинг з навчальної роботи<br>$R_{HP}$ | Рейтинг з додаткової роботи<br>$R_{DP}$ | Рейтинг штрафний<br>$R_{ШТР}$ | 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 |
|-------|-------|------|------|-----|------|-------|

Розподіл балів, які отримують студенти. Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 27.12.2019 р. № 1371)

#### **ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ СТУДЕНТІВ**

| Рейтинг здобувача вищої освіти, бали | Оцінка національна за результати складання екзаменів заліків |               |
|--------------------------------------|--|---------------|
|                                      | екзаменів  | заліків       |
| 90-100                               | відмінно   | зараховано    |
| 74-89                                | добре  |               |
| 60-73                                | задовільно   |               |
| 0-59                                 | незадовільно   | не зараховано |

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

### **11. Методичне забезпечення**

1. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. М.: “Энергия”.-1970.
2. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. М., Высшая школа, 1978. –415 с.
3. Евдокунин Г.А. Электрические сети и системы. Учебное пособие для студентов электроэнергетических специальностей вузов. – СПб: Издательство Сизова М.П., 2001. –304 с.
4. ГОСТ 28249-93 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ.
5. ГОСТ 30323-95 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета электродинамического и термического действия тока короткого замыкания.

### **12. Рекомендована література**

**– основна;**

1. Гук Ю.Б., Кантае В.В., Петрова С.С. Проектирование электрической части станций и подстанций. Л.: Энергоатомиздат, 1985. -312 с.
2. Непомнящий В.А. Учет надежности при проектировании энергосистем. -М.: Энергия, 1978. -200 с. З.І.З.Притака І.П., Козирський В.В. Електропостачання сільського господарства.- К.:Урожай, 1995. - 343 с.
3. Будзко И.А., Зуль М.М. Электроснабжение сельского хозяйства.- М.: Агропромиздат, 1990. - 496 с.

– допоміжна.

1. Идельчик В.И. Электрические системы и сети: Учебник для вузов.- М.: Энергоатомиздат, 1989.- 592 с.
2. Будзко И.А., Левин М.С. Электроснабжение сельскохозяйственных предприятий и населенных пунктов.-2-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1985.- 320 с.
3. Справочник по проектированию электросетей в сельской местности. Под ред. П.А.Каткова.- М.: Энергия, 1980.- 352 с.
4. Довідник сільського електрика/ В.С.Олійник, В.М.Гайдук, В.Ф.Гончар та ін.; За ред. В.С.Олійника.- 3-є вид., перероб. і доп.- К.: Урожай, 1989.- 264 с.

### 13. Інформаційні ресурси

1. Альтернативні джерела енергії. THG ENERGY. [електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://tng-energy.at.ua/publ/sonce/sonjachni\\_batareji/jak\\_ce\\_pracjue/3-1-0-17](http://tng-energy.at.ua/publ/sonce/sonjachni_batareji/jak_ce_pracjue/3-1-0-17)
2. Основні стандарти та нормативні документи, рекомендовані до застосування в Україні. Електронний журнал енергосервісної компанії "Екологічні Системи", № 6, 2012. – [електронний ресурс]. – Режим доступу до серверу: [http://esco.co.ua/journal/2012\\_6/art247.htm](http://esco.co.ua/journal/2012_6/art247.htm)
3. Фотоелектронні прибори. Фотоелектричний преобразователь. [електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://voprosi-otveti.ucoz.ru/publ/ehlektronnaja\\_tekhnika/ehlektronnaja\\_tekhnika\\_cha\\_st2/2-1-0-9](http://voprosi-otveti.ucoz.ru/publ/ehlektronnaja_tekhnika/ehlektronnaja_tekhnika_cha_st2/2-1-0-9)
4. Сонячні енергетичні установки – питання та відповіді [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://sites.google.com/site/windpowerful/clients>
5. Автономне електропостачання. [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.apxu.ru/article/nontradit/autonom/auto.htm>
6. Фотоелектричні системи. [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://cadetaround.com/stati/174-fotoyelektricheskie-sistemy.html>

7. Резервное электроснабжение. Нужны ли аккумуляторы в системе электроснабжения? [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.solarhome.ru/ru/rezerve/batteryless.htm>