



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

# ПРОЄКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ ТА МЕРЕЖ

**Шифр та назва спеціальності**

141 – Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка

**Інститут**

ННІ Енергетики, електроніки та  
електромеханіки

**Освітня програма**

Електроенергетика

**Кафедра**

Передача електричної енергії (131)

**Рівень освіти**

Бакалавр з електроенергетики,  
електротехніки та електромеханіки

**Тип дисципліни**

Вибіркова

**Семестр**

6-обсяг 6 кр., 4-обсяг 6 кр.

**Мова викладання**

Українська, англійська

## Викладач, розробник

**Черкашина Вероніка Вікторівна**

[veronika.cherkashyna@khpi.edu.ua](mailto:veronika.cherkashyna@khpi.edu.ua)

Доктор технічних наук за спеціальністю Електричні станції, мережі і системи, доцент, професорка кафедри передачі електричної енергії, академік НАН ВО України по відділенню Технічні науки.

Досвід роботи – 17 років. Автор понад 100 наукових та науково-методичних робіт. Провідний лектор з освітніх компонентів: «Електричні системи та мережі», «Технології передачі електричної енергії», «Основи наукових досліджень». Науковий напрямок - вдосконалення та розроблення моделей і методів техніко-економічного аналізу електричних систем і мереж та їх об'єктів для покращення режимів роботи, інноваційного розвитку й екологічної безпеки систем передачі електричної енергії.

**[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)**

**Пономаренко Сергій Григорович**

[Serhii.Ponomarenko@khpi.edu.ua](mailto:Serhii.Ponomarenko@khpi.edu.ua)

Доктор філософії за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», старший викладач кафедри передачі електричної енергії. Досвід роботи – 3 роки. Автор понад 70 наукових та науково-методичних робіт. Викладач з освітніх компонентів: «Електричні системи та мережі», «Об'єкти електричних систем та мереж», «Розподільчі електричні системи». Науковий напрямок - удосконалення методів діагностики та прогнозування технічного стану високовольтного обладнання на основі аналізу процесів старіння трансформаторного масла з урахуванням режимів та умов експлуатації для підвищення надійності та продовження ресурсу електроенергетичних систем.

**[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)**

# Загальна інформація

## Анотація

Освітній компонент «Проектування електричних систем та мереж» спрямований на вивчення структури і функціонування електричних мереж; конструктивних, функціональних і структурних властивостей об'єктів розподільчих мереж; вивчення основних вимог при проектуванні електричних мереж

## Мета та цілі дисципліни

Отримання базових знань з проектування електричних мереж в об'ємі, необхідному для вивчення профільюючих дисциплін та виконання досліджень в області, яка визначається спеціальністю «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та для підготовки фахівців – електроенергетиків.

## Формат занять

Лекції, практичні заняття, лабораторні заняття, самостійна робота, консультації.

Підсумковий контроль – екзамен.

## Компетентності

Загальні компетентності:

- K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
- K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- K05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- K06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- K07. Здатність працювати в команді.
- K08. Здатність працювати автономно.

Спеціальні (фахові) компетентності

- K11. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР).
- K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.
- K13. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг.
- K16. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.
- K17. Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.
- K19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.
- K20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
- K21. Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.
- K25. Отримання та використання професійних знань та розумінь, пов'язаних з процесами передачі, розподілу електроенергії і електропостачання з дотриманням заданих параметрів технологічних процесів і якості електроенергії.
- K31. Отримання та використання професійних знань та розумінь, пов'язаних з сучасними цифровими технологіями процесів розподілу та споживання електроенергії

## Результати навчання

- ПР01. Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.
- ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПР08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

ПР17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.

ПР18. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

ПР19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

ПР20. Вирішувати професійні задачі з проектування, монтажу та експлуатації електроенергетичних, електротехнічних, електромеханічних комплексів та систем.

ПР24. Знати і розуміти процеси передачі, розподілу електроенергії і електропостачання з дотриманням заданих параметрів технологічних процесів і якості електроенергії.

ПР30. Знати і розуміти процеси, пов'язані з сучасними цифровими технологіями процесів розподілу та споживання електроенергії.

### **Обсяг дисципліни**

Загальний обсяг дисципліни 180 год. (6 кредитів ECTS): лекції – 36 год., практичні заняття – 24 год., лабораторні заняття – 12 год, самостійна робота – 108 год

### **Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)**

Для успішного проходження освітнього компоненту «Проектування електричних систем та мереж» необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: ЗП 9. Вища математика; ЗП 10. Фізика; СП 4. Теоретичні основи електротехніки ч.1; СП 5. Теоретичні основи електротехніки ч.2; ВП 2.1. Вступ до спеціальності. Ознайомча практика; ВВП 2 Основи інформаційних технологій в електроенергетичних системах; ВВП 7. Теорія автоматичного керування в задачах електроенергетичних систем.

### **Особливості дисципліни, методи та технології навчання**

Методами навчання у викладанні освітнього компоненту «Проектування електричних систем та мереж» являються: словесні (бесіда, дискусія, лекція, робота з книгою); наочні (ілюстрація практичними прикладами); практичні (практичні вправи, підготовлені доповіді студентів).

Активні методи навчання, які застосовуються у викладанні освітнього компоненту «Проектування електричних систем та мереж»: дискусія, метод конкретних практичних ситуацій. Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій.

На практичних заняттях і під час виконання лабораторних робіт використовується проектний підхід до навчання, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій та прикладного комп'ютерного програмування під час розрахунків і проектування параметрів роботи електричних мереж та їхнього обладнання.

Навчальні матеріали доступні студентам на платформі Office Microsoft 365.

## **Програма навчальної дисципліни**

### **Теми лекційних занять**

**Вступ.** Мета вивчення та завдання навчальної дисципліни.

### **Тема 1. Загальні положення проектування електричних систем і мереж.**

Вихідні дані для проектування. Основні етапи проектування електричної мережі. Передпроектний аналіз варіантів електричної мережі: складові, послідовність. Рекомендовані для проектування схеми електричних мереж.

### **Тема 2 Споживання електроенергії й електричні навантаження в системі і мережі.**

Навантаження в вузлах електричної мережі. Активна і реактивна потужності. Споживачі активної і реактивної потужності.

### **Тема 3 Перетоки потужності в електричних мережах**

Алгоритм попереднього розрахунку потужності в електричній мережі. Обґрунтування номінальної напруги електричної мережі

#### **Тема 4 Високовольтне обладнання та конструкції ліній електропередачі.**

Тема 4.1 Умови вибору номінальної потужності двох-, трьохобмоткових трансформаторів. Конструкція повітряних ліній і підстанцій розвитку електричної мережі. Перевірка перерізів проводів повітряних ліній електричної мережі.

Тема 4.2 Параметри і схеми заміщення електричної мережі та її об'єктів

#### **Тема 5 Аналіз сталих режимів роботи електричної мережі.**

Тема 5.1 Технологічні втрати потужності

Тема 5.2 Максимальний режим роботи електричної мережі.

Тема 5.3. Мінімальний режим роботи електричної мережі

Тема 5.4 Післяаварійний режим роботи електричної мережі

#### **Тема 6 Регулювання напруги в електричній мережі**

Види і способи регулювання напруги в вузлах електричної мережі. Вибір відгалуджень пристроїв РПН трансформаторів

#### **Тема 7 Техніко-економічні розрахунки при проектуванні електричних мереж**

Критерії економічної ефективності та мінімуму дисконтованих витрат Розрахунок дисконтованих витрат проектуємої електричної мережі.

#### **Тема 8 Схеми електричних мереж**

Принципи побудови схем електричних мереж. Схеми понижувальних підстанцій. Схеми електричних з'єднань мереж і систем.

#### **Тема 9 Електричні системи**

Принципи формування електричних систем. Переваги і недоліки об'єднання електричних мереж в систему.

#### **Теми практичних занять (ПЗ)**

Тема 1 Побудова конфігурації електричної мережі і вибір варіанту

Тема 2 Розрахунок навантажень вузлів електричної мережі

Тема 3 Розрахунок потокорозподілу через довжину в максимальному режимі роботи електричної мережі

Тема 4. Обґрунтування номінальної напруги електричної мережі

Тема 5 Перевірка перерізів проводів повітряних ліній електричної мережі

Тема 6 Вибір номінальної потужності двох-, трьохобмоткових трансформаторів

Тема 7. Визначення параметрів трансформаторів і ліній електропередачі.

Тема 8. Розроблення схеми заміщення електричної мережі 110 кВ.

Тема 9. Регулювання напруги в сталих режимах роботи електричної мережі

Тема 10. Розрахунок дисконтованих витрат проектуємої електричної мережі

Тема 11. Формування схем електричних з'єднань для замкнених мереж.

Тема 12. Обґрунтування роботи електричної мережі відповідно нормативної документації

#### **Теми лабораторних робіт (ЛР)**

Тема 1. Моделювання і аналіз максимального режиму роботи електричної мережі 110 кВ.

Тема 2. Моделювання і аналіз мінімального режиму роботи електричної мережі 110 кВ..

Тема 3. Моделювання і аналіз післяаварійного режиму роботи електричної мережі 110 кВ.

#### **Індивідуальні завдання (ІЗ)**

Освітній компонент «Проектування електричних систем та мереж» передбачає виконання курсового проєкту (КП). Результати розрахунків оформлюються у письмовий звіт, який підлягає захисту.

#### **Тема. Проєкт електричної мережі 110 кВ**

Курсовий проєкт містить наступні розділи:

Вступ

1 Передпроєктний вибір варіантів проектування електричної мережі

2 Розрахунок навантажень вузлів електричної мережі

3 Попередній розрахунок потокорозподілу в сталих режимах електричної мережі

4. Обґрунтування номінальної напруги електричної мережі
- 5 Перевірка перерізів проводів повітряних ліній електричної мережі
- 6 Конструкція повітряних ліній і підстанцій розвитку електричної мережі
- 7 Вибір номінальної потужності двох-, трьохобмоткових трансформаторів
- 8 Аналіз сталих режимів в роботі електричної мережі
- 8.1 Розрахунок максимального режиму роботи електричної мережі
- 8.2 Розрахунок мінімального режиму роботи електричної мережі.
- 8.3 Розрахунок післяаварійного режиму роботи електричної мережі
- 9 Регулювання напруги в сталих режимах роботи електричної мережі
- 10 Розрахунок дисконтованих витрат проєктуємої електричної мережі
- 11 Формування схеми електричних з'єднань проєктуємої електричної мережі 110 кВ
- Висновки
- Список джерел інформації

### **Самостійна робота (СР):**

Складовими самостійної роботи студентів є вивчення літератури з питань визначених на лекційних заняттях, підготовка до практичних занять і лабораторних робіт, а також виконання курсового проєкту.

Контроль складової освітнього компоненту, яка освоюється під час самостійної роботи студента, проводиться: з практичних занять – за допомогою перевірки виконаних завдань; з лабораторних робіт – за допомогою перевірки матеріалу під час допуску до виконання робіт, а також перевірки та захисту звітів після виконання лабораторних робіт.

## **Література та навчальні матеріали**

### **ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА**

- 1 Захарченко В.П. та ін Електричні системи та мережі: *навч. посіб.* - Київ : НАУ, 2021. - 338 с.
- 2 Малогулко Ю.В., Бурикін О.Б., Кацадзе Т.Л., Нетребський В. В. Електричні системи і мережі. Частина 2: *навч. посіб.* / За ред. П. Д. Лежнюка. – Вінниця : ВНТУ 2021. - 158 с.
- 3 Малогулко Ю.В., Бурикін О.Б., Кацадзе Т.Л., Нетребський В. В. Електричні системи і мережі. Частина 1: *навч. посіб.* / За ред. П. Д. Лежнюка. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 200 с.
- 4 Сегеда М.С. Електричні мережі та системи: *підручник* М-во освіти і науки України, 3-тє вид, переробл. та доповн. Львів: Вид-но Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2015.- 540 с.
- 5 Сулейманов В.М., Чижевський В.В., Лутчин М.М. Електричні системи та мережі: *навч. посіб.* Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т". - К. : НТУУ "КПІ", 2012. - 169 с.
- 6 І.В. Барбашов, Г.В. Омеляненко, О.М. Федосєєнко «Електричні системи та мережі» «Розподільчі електричні мережі». Контрольні роботи та завдання: *навч.-метод. посіб./.* – Харків: НТУ «ХПІ», 2023. – 102 с.
- 8 ГКД 340.000.002-97. Визначення економічної ефективності капіталовкладень в енергетику: *методика*: Енергосистеми та електричні мережі. К.: Міненерго України, 1997. 54 с.
- 9 Лук'яненко Ю.В., Остапчук Ж.І., Кулик В.В. Розрахунки електричних мереж при їх проєктуванні: *навч. посіб.* - Вінниця ВДТУ 2002.- 116 с.
- 10 Парафенюк О.А. Електричні системи та мережі: *навч. посіб.* / Чернів. нац. ун-т ім. Юрія Федьковича. Чернівці : Рута, 2013. - 183 с.
- 11 Барбашов І.В., Омеляненко Г.В., Черкашина В.В. «Електричні системи та мережі». Параметри і схеми заміщення елементів електричних систем у прикладах і завданнях: *навч. посіб для студентів денної, заочної та дистанційної форми навчання спеціальності 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.* - Харків: НТУ "ХПІ", 2023 -169с

### **ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА**

- 1 Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». Розпорядженням від 18 серпня 2017 р. № 605-р
- 2 ПУЕ-2017. Правила улаштування електроустановок. Видання офіційне. Міненерговугілля України. — Х.: Форт, 2017. — 760 с.

- 3 Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. Від 25.07.2006 Затв. Наказ Мінпалива № 258 (Із змінами та доповнення у відповідності до наказів Міненервугілля України № 91 від 13.02.2012 № 905 від 16.11.2012 № 273 від 16.05.2013)
- 4 СОУ НЕК 03.120.4-14:2021 Норми якості електричної енергії в магістральних та міждержавних електричних мережах НЕК Укренерго
- 5 ДСТУ EN 50160:2014 (EN 50160:2010, IDT) Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності.

## ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

1. [library.kpi.kharkov.ua](http://library.kpi.kharkov.ua) – бібліотека НТУ «ХПІ». Електронний каталог та репозитарій електронних ресурсів.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

**100 балів підсумкової оцінки складають результати оцінювання:**

Екзамен: письмове завдання (2 запитання з теорії і розв'язання задачі) та усна доповідь – 20 балів.

Поточне оцінювання - 80 балів, з яких:

- практичні заняття – 12 балів (ПЗ 1 – ПЗ 12 по 2 бали за кожне);
- лабораторні роботи – 12 балів (ЛР1 - ЛР3 по 4 бали за кожну);
- курсний проєкт – 50 балів;
- самостійне вивчення матеріалу -6 балів.

### Шкала оцінювання

| Сума балів | Національна оцінка                            | ЕС |
|------------|-----------------------------------------------|----|
| 90–100     | Відмінно                                      | A  |
| 82–89      | Добре                                         | B  |
| 75–81      | Добре                                         | C  |
| 64–74      | Задовільно                                    | D  |
| 60–63      | Задовільно                                    | E  |
| 35–59      | Незадовільно<br>(потрібне додаткове вивчення) | FX |
| 1–34       | Незадовільно<br>(потрібне повторне вивчення)  | F  |

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено  
30 серпня 2024 р

ПІДПИС

Завідувач кафедри  
Сергій ШЕВЧЕНКО

ПІДПИС

Гарант ОП  
Галина ОМЕЛЯНЕНКО