

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

КАФЕДРА ІНЖЕНЕРІЇ ЕНЕРГОСИСТЕМ

ЗАТВЕРДЖЕНО
ННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ
І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
“27” травня 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

“ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ ТА СИСТЕМИ З ВІДНОВЛЮВАНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ”
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

Спеціальність G3 – Електрична інженерія

Освітня програма Інжиніринг електроенергетичних систем з відновлюваними джерелами
ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробник: доцент кафедри інженерії енергосистем, к.т.н., доцент А.В. Петренко

Опис навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна “Електричні мережі та системи з відновлюваними джерелами” є актуальною в умовах стрімкої інтеграції відновлюваних джерел енергії в електричні мережі різного рівня напруг. Вивчення принципів побудови, розрахунку та оптимізації схем електричних мереж забезпечує формування у майбутніх фахівців знань, необхідних для проєктування економічно ефективних, надійних і екологічно безпечних енергетичних систем. Завдання дисципліни охоплюють широкий спектр компетентностей – від розрахунку параметрів схем заміщення та визначення втрат потужності до вибору перерізів проводів і методів аналізу складнозамкнутих мереж. Такий підхід забезпечує комплексну підготовку студентів до вирішення практичних задач у сфері проєктування та експлуатації сучасних електричних мереж із врахуванням специфіки роботи відновлюваних джерел.

“ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ ТА СИСТЕМИ З ВІДНОВЛЮВАНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ” (назва навчальної дисципліни)

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	G3 Електрична інженерія	
Освітня програма	Інжиніринг електроенергетичних систем з відновлюваними джерелами	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ЄКТС	4,0	
Кількість змістових модулів	2	
Форма контролю	Екзамен - 6	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	Форма здобуття вищої освіти	
	денна	заочна
Курс (рік підготовки)		
Семестр		
Лекційні заняття	30 год.	
Практичні, семінарські заняття	- год.	
Лабораторні заняття	30 год.	
Самостійна робота	60 год.	
Індивідуальні завдання	- год.	
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4 год.	

1. Мета, завдання, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни є формування у студентів системи теоретичних знань і практичних навичок, необхідних для аналізу, розрахунку та оптимізації електричних мереж і систем із урахуванням особливостей інтеграції відновлюваних джерел енергії. Особлива увага приділяється вибору раціональних схем електропостачання, розрахунку параметрів ліній електропередавання, трансформаторів та інших елементів мереж, а також забезпеченню технічно-доцільного збалансованого функціонування електричних мереж і систем.

Набуття компетентностей:

Інтегральна компетентність (ІК): здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів фізики та інженерних наук і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

Спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК3. 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.

СК6. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

СК12. Здатність оптимального вибору засобів регулювання режимних параметрів регіональних електричних мереж та систем з ВДЕ.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН1. Знати принципи роботи розподільних регіональних електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та блискавкозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПРН2. Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань.

ПРН4. Знати принципи роботи сонячних енергетичних, вітроенергетичних, біоенергетичних, гідроенергетичних установок.

ПРН13. Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни.

ПРН20. Уміти приймати оптимальні рішення під час вирішення завдань з розвитку регіональних розподільних електричних мереж та систем з відновлюваними джерелами.

2. Програма та структура навчальної дисципліни

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
МОДУЛЬ 1. ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ТА АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ												
Тема 1. Загальні відомості про електричні мережі	4	4		4								
Тема 2. Основні елементи ліній електропередавання	18	4		4		10						
Тема 3. Розрахунки параметрів схем заміщення та параметрів режимів електричних систем та мереж	18	4		4		10						
Тема 4. Втрати потужності та електричної енергії в лініях і трансформаторах	18	4		4		10						
Разом за змістовим модулем 1	62	16		16		30						
МОДУЛЬ 2. МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ЕЛЕМЕНТІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ												
Тема 5. Вибір параметрів основних елементів електричних систем та мереж	6	2		2		10						
Тема 6. Вибір перерізів проводів і жил кабелів з використанням методів дискретної математики	21	4		4		10						
Тема 7. Районні електричні мережі та особливості розрахунку їх режимів роботи	6	4		4		10						
Тема 8. Метод перетворення складнозамкнутих електричних мереж	24	4		4								
Разом за змістовим модулем 2	58	14		14		30						
Разом годин	120	30		30		60						

3. Теми лекцій

№ п/п	НАЗВА ТЕМИ	Кількість годин
1	Тема 1. Загальні відомості про електричні мережі	4
2	Тема 2. Основні елементи ліній електропередавання	4
3	Тема 3. Розрахунки параметрів схем заміщення та параметрів режимів електричних систем та мереж	4
4	Тема 4. Втрати потужності та електричної енергії в лініях і трансформаторах	4
5	Тема 5. Вибір параметрів основних елементів електричних систем та мереж	2
6	Тема 6. Вибір перерізів проводів і жил кабелів з використанням методів дискретної математики	4
7	Тема 7. Районні електричні мережі та особливості розрахунку їх режимів роботи	4
8	Тема 8. Метод перетворення складнозамкнутих електричних мереж	4
	Разом	30

4. Теми лабораторних занять

№ п/п	НАЗВА ТЕМИ	Кількість годин
1	Визначення параметрів схем заміщення повітряних та кабельних ЛЕП	4
2	Визначення параметрів схем заміщення трансформаторів	4
3	Визначення параметрів схем заміщення вітроелектроустановок / сонячних електростанцій	4
4	Визначення втрат активної та реактивної потужностей та електричної енергії в ЛЕП і трансформаторах	4
5	Визначення спаду та втрати напруги в ЛЕП і трансформаторах	2
6	Вибір перерізів проводів і жил кабелів в електричних мережах напругою більше 1000 В з відновлюваними джерелами	4
7	Вибір перерізів проводів і жил кабелів в електричних мережах напругою до 1000 В з відновлюваними джерелами	4
8	Розрахунок параметрів режимів у лініях з відновлюваними джерелами і двобічним живленням	4
	Разом	30

5. Теми самостійних робіт

№ п/п	НАЗВА ТЕМИ	Кількість годин
1	Застосування пакету Simulink і SimPowerSystems Matlab для моделювання електричних систем і мереж з відновлюваними джерелами	15
2	Вивчення схем заміщення ліній електропередавання різних класів напруги та методів визначення їх параметрів	15
3	Вивчення схеми заміщення трансформаторів та методів визначення їх параметрів	15
4	Визначення втрат потужності та напруги в лініях електропередавання складних систем електропостачання	15
	Разом	60

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- іспит (тестування з письмовим опитуванням);
- модульне тестування;
- захист лабораторних робіт.

7. Методи навчання

- метод проблемного навчання;
- метод практико-орієнтованого навчання;
- метод навчання через дослідження;
- метод навчальних дискусій та дебат;
- метод командної роботи, мозкового штурму;

8. Оцінювання результатів навчання

Видами контролю знань студентів є поточний контроль, проміжна та підсумкова атестації.

Поточний контроль здійснюється під час проведення лабораторних занять для перевірки рівня підготовленості до заняття.

Контроль знань із змістового модуля 1 здійснюється за результатами роботи на лабораторних заняттях та результатами тестового контролю. Змістовий модуль 2 оцінюється за результатами виконання та захисту лабораторних робіт і тестового контролю.

Підсумковий контроль знань (атестація) здійснюється на екзамені.

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1. Принципи побудови та аналізу електричних мереж		
Лабораторна робота 1	Визначення параметрів схем заміщення повітряних та кабельних ЛЕП	15
Лабораторна робота 2	Визначення параметрів схем заміщення трансформаторів	15
Лабораторна робота 3	Визначення параметрів схем заміщення вітроелектроустановок / сонячних електростанцій	15
Лабораторна робота 4	Визначення втрат активної та реактивної потужностей та електричної енергії в ЛЕП і трансформаторах	15
Самостійна робота 1	Застосування пакету Simulink і SimPowerSystems Matlab для моделювання електричних систем і мереж з відновлюваними джерелами	5
Самостійна робота 2	Вивчення схем заміщення ліній електропередавання різних класів напруги та методів визначення їх параметрів	5
Модульне тестування 1		30
Разом за модулем 1		100
Модуль 2. Методики розрахунку елементів електричних мереж		
Лабораторна робота 5	Визначення спаду та втрати напруги в ЛЕП і трансформаторах	15
Лабораторна робота 6	Вибір перерізів проводів і жил кабелів в електричних мережах напругою більше 1000 В з відновлюваними джерелами	15
Лабораторна робота 7	Вибір перерізів проводів і жил кабелів в електричних мережах напругою до 1000 В з відновлюваними джерелами	15
Лабораторна робота 8	Розрахунок параметрів режимів у лініях з відновлюваними джерелами і двобічним живленням	15
Самостійна робота 3	Вивчення схеми заміщення трансформаторів та методів визначення їх параметрів	5
Самостійна робота 4	Визначення втрат потужності та напруги в лініях електропередавання складних систем електропостачання	5
Модульне тестування 2		30
Разом за модулем 2		100
Навчальна робота		70
Екзамен		30
Разом за курс		100

8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою	
	екзамени	заліки
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

8.3. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання:	Роботи, які здають із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика щодо академічної доброчесності:	Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонено (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Лабораторні і самостійні роботи, реферати повинні мати коректні текстові покликання на використану літературу.
Політика щодо відвідування:	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в онлайн формі за погодженням із директором інституту)

9. Навчально-методичне забезпечення

1. Зорін В.В., Штогрин Є.А., Буйний Р.О. Електричні мережі та системи (окремі розділи): навчальний посібник для студентів вищ. техн. навч. закл. - Ніжин: ТОВ "Видавництво "Аспект-Поліграф", 2011. – 248 с.: іл.

2. Електричні мережі та системи: Підручник / М.С.Сегеда. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2007. – 488 с.

3. Електричні мережі та системи: Підручн. / В.М.Сулейманов, Т.Л. Кацадзе. – Київ: НТУУ «КПІ», 2008. –456 с

4. Відновлювані джерела генерації електричної енергії. Ч.1 / А. В. Петренко, С. С. Макаревич // К.: ФОП Ямчинський, 2021. – 250 с.

5. Методичні вказівки щодо виконання практичних робіт з дисципліни "Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії" спеціальності "Енергетика сільськогосподарського виробництва" / В.В. Козирський, М.І. Трегуб, А.В. Петренко // К.: ЦП "Компринт", 2016. – 72 с.

6. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з дисципліни "Малі електростанції з поновлюваними джерелами енергії" спеціальності "Електротехнічні системи електроспоживання"/ А.В.Петренко// К.: ЦП "Компринт", 2015. – 55 с.

7. Відновлювані джерела енергії в розподільних електричних мережах: монографія / П. Д. Лежнюк, О. А. Ковальчук, О. В. Нікіторович, В. В. Кулик. – Вінниця : Вінниця : ВНТУ, 2014. - 204 с.

8. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з дисципліни "Електричні мережі і системи" спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Петренко А.В., Федорченко П.С. // К.: НУБіП України, 2023. – 135 с.

9. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з дисципліни "Електричні системи та мережі" / А.В.Петренко, О.В.Гай, В.А.Костюк // К.: ЦП "Компринт", 2014. – 58 с.

10. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Електричні мережі» для студентів електроенергетичних спеціальностей / Остапчук Ж.І., Головатюк М.О., Кулик В.В., Тептя В.В. // ВНТУ, 2004. – 73.

11. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Електричні системи та мережі» усіх форм навчання / Байша О.І. // Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. – 46 с.

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Правила улаштування електроустановок. 2017. - 754 с. Доступ до сайту за інтернет-адресою: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=72758

2. Правила охорони електричних мереж. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2022 р. № 1455. Доступ до сайту за інтернет-адресою: <https://sies.gov.ua/news/onovleno-pravyla-okhorony-elektrychnykh-merezh>

3. Методика обрахування плати за спільне використання технологічних електричних мереж. Постанова НКРЕКП 12.06.2008 № 691. Доступ до сайту за інтернет-адресою: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0732-08#Text>

4. Методика формування плати за приєднання до системи передачі та системи розподілу. Постанова НКРЕКП 18.12.2018 № 1965 Доступ до сайту за інтернет-адресою: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v1965874-18#Text>

5. СОУ НЕК 20.261:2023 Стандарт підприємства. Технічна політика НЕК Укренерго у сфері розвитку та експлуатації магістральних та міждержавних електричних мереж. Затверджено та надано чинності наказом ДП "НЕК "Укренерго". Протокол від 04.01.2023 № 01/2023.

6. Правила введення в роботу технічно переоснащених або заміненних складових частин діючих об'єктів електроенергетики напругою до 110 (150) кВ. Доступ до сайту за інтернет-адресою: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1706-22#Text>

7. Регіональні електричні мережі. Доступ до сайту за інтернет-адресою: <https://meregi.com/>

8. Про підприємство з експлуатації електричних мереж "Центральна енергетична компанія". Доступ до сайту за інтернет-адресою: <https://cek.dp.ua/index.php>

9. Закон України «Про ринок електричної енергії». Режим доступу до сервера: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19#Text>