НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра Інженерії енергосистем

"ЗАТВЕРДЖЕНО"
ННІ енергетики, автоматики
і енергозбереження
"5" червня 2025 р."

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Методи оптимізації режимів електроенергетичних систем з відновлювальними джерелами енергії

галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»
спеціальність G3 «Електрична інженерія»
освітня програма – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Навчально-науковий інститут енергетики, автоматики і енергозбереження
Розробники: професор кафедри інженерії енергосистем, д.т.н., проф. Осипенко В.В.

Київ – 2025 р.

Опис навчальної дисципліни «Методи оптимізації режимів електроенергетичних систем з відновлювальними джерелами енергії»

Дисципліна "Методи оптимізації режимів електроенергетичних систем з відновлювальними джерелами енергії" є важливою профілюючою ланкою в розрізі циклу професійної підготовки магістра. Оптимізація режимів електроенергетичних систем з ВДЕ (відновлюваними джерелами енергії) передбачає використання різних методів для досягнення оптимального балансу між виробництвом електроенергії з ВДЕ та споживанням, з урахуванням обмежень системи та економічних факторів. Основні методи включають: оптимізацію роботи електростанцій з ВДЕ, оптимізацію режимів споживання, оптимізацію режимів зберігання енергії, а також використання передових алгоритмів та математичних моделей для прогнозування та управління. Мета вивчення дисципліни полягає у засвоєнні студентами інформації як лекційного, теоретичного матеріалу, так і практичних навиків його застосування. Вивчення дисципліни передбачає опанування студентами математичного апарату для відповідного класу задач.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	*магістр*	
Спеціальність	***14 Електрична інженерія***	
Освітня програма	***141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка***	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	обов'язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота)		
Форма контролю	*екзамен*	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	Форма здобуття вищої освіти	
	денна	**заочна**
Курс (рік підготовки)	2	
Семестр	4	
Лекційні заняття	*28 год*	
Практичні, семінарські заняття	*28 год*	
Лабораторні заняття		
Самостійна робота	*80 год*	
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти аудиторних самостійної роботи студента	 *4 год* *8 год*	

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни “Методи оптимізації параметрів і режимів електроенергетичних систем з відновлювальними джерелами енергії” полягає у Вивченні і засвоєнні студентами як лекційного, так і практичного застосування методів оптимізації режимів електроенергетичних систем з ВДЕ (відновлюваними джерелами енергії). Вивчення дисципліни передбачає знань студентами відповідного математичного апарату.

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.

загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК1. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково- технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

СК2. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

СК3. Здатність планувати, організовувати та проводити наукові дослідження в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

СК6. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

СК14. Здатність використовувати програмне забезпечення для комп’ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

СК16. Здатність виявляти наукову сутність проблем у професійній сфері, знаходити адекватні шляхи щодо їх розв’язання, оцінювати повноту інформації в ході професійної діяльності, за необхідності доповнювати й синтезувати відсутню інформацію працюючи в умовах невизначеності.

СК17. Здатність застосовувати проблемно-орієнтовані методи аналізу, синтезу та оптимізації електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем, управління виробництвом, життєвим циклом продукції та її якістю у наукових дослідженнях, мати досвід практичного впровадження наукових розробок.

СК18. Здатність презентувати результати науково- дослідницької діяльності, готувати наукові публікації, брати участь у науковій дискусії на наукових конференціях, симпозіумах.

програмні результати навчання (ПРН):
ПРН7. Володіти методами математичного та фізичного моделювання об’єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.
ПРН17. Демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил та стандартів в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
ПРН21. Презентувати результати науково-дослідницької діяльності, готувати наукові публікації, брати участь у науковій дискусії на наукових конференціях, симпозіумах.

2. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма							заочна форма					
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
Тема1. Основні поняття і означення	1,2		2	2			8						
Тема 2. Поняття стійкості електричної системи	3, 4		2	2			10						
Тема 3. Диференціальне рівняння електромеханічного перехідного процесу	5, 6		2	2			10						
Тема 4. Характеристика передаваної потужності простої електропередачі з різними типами генераторів	7, 8		2	2			12						
Тема 5. Характеристики потужності у випадку складного зв’язку віддаленої станції з шинами приймальної системи	9, 10		2	2			12						
Тема 6. Дослідження методів розрахунку статичної стійкості	11-12		4	4			12						
Тема 7. Дослідження динамічної стійкості електричної мережі	13-14		4	4			12						
Тема 8. Засоби підвищення стійкості			2	2			4						

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма							заочна форма					
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
електроенергетичних систем													
Всього			**20**	**20**			**80**						

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	К-ть годин
1	**Тема 1.** Основні поняття і означення • Допущення, що приймаються при аналізі стійкості. Задачі розрахунку стійкості електричних систем • Відображення компетентностей: ІК, ЗК4, СК3, ПРН4, ПРН7, ПРН14	2
2	**Теми 2.** Поняття стійкості електричної системи • Допущення, що приймаються при аналізі стійкості. • Задачі розрахунку стійкості електричних систем • Відображення компетентностей: СК3, ПРН14	2
3	**Тема 3.** Диференціальне рівняння електромеханічного перехідного процесу. • Відображення компетентностей: СК3, ПРН7, ПРН14	2
4	**Тема 4.** Характеристика передаваної потужності простої електропередачі з різними типами генераторів • Відображення компетентностей: СК3	2
5	**Тема 5.** Характеристики потужності у випадку складного зв'язку віддаленої станції з шинами приймальної системи Відображення компетентностей: СК3	
6	**Тема 6.** Дослідження методів розрахунку статичної стійкості • Відображення компетентностей: СК3, ПРН14	4
7	**Тема 7**. Дослідження динамічної стійкості електричної мережі • Відображення компетентностей: СК3, ПРН14	4
8	**Тема 8**. Засоби підвищення стійкості електроенергетичних систем • Відображення компетентностей: ЗК4, СК3, ПРН4, ПРН14	2

4. Теми лабораторних (практичних, семінарських) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступне заняття	2
2	Розрахунок статичної стійкості простої системи	2
3	Розрахунок власних і взаємних провідностей	2
4	Розрахунок статичної стійкості складної системи	2

5	Розрахунок статичної стійкості навантаження	2
6	Розрахунок динамічної стійкості при КЗ на лінії та граничного кута відключення КЗ	4
7	Розрахунок динамічної стійкості складної системи	4
8	Заключний семінар	2
	Разом	20

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення Теми 1. Опрацювання контрольних питань. Підготовка до практичного заняття 1	8
2	Вивчення Теми 2. Опрацювання контрольних питань. Підготовка до практичного заняття 2	10
3	Вивчення Теми 3. Опрацювання контрольних питань. Підготовка до практичного заняття 3	10
4	Вивчення Теми 4. Опрацювання контрольних питань. Підготовка до практичного заняття 4	12
5	Вивчення Теми 5. Опрацювання контрольних питань. Підготовка до практичного заняття 5	12
6	Вивчення Теми 6. Опрацювання контрольних питань. Підготовка до практичного заняття 6	12
7	Вивчення Теми 7. Опрацювання контрольних питань. Підготовка до практичного заняття 7	12
8	Вивчення Теми 8. Опрацювання контрольних питань. Підготовка до семінарського заняття	4
	Разом	80

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- **усне або письмове опитування** – для оцінювання теоретичної підготовки за результатами лекцій та самостійної роботи;
- **тестування** – для проміжного контролю знань у Moodle / Google Forms або в письмовій формі, включає контроль термінології, принципів функціонування ЕІС;
- **захист лабораторних робіт** – оцінювання практичної підготовки, вміння працювати з шаблонами SCADA, IoT, візуалізацією, аналізом даних;
- **співбесіда** – для оцінювання здатності до аналітичного узагальнення результатів, інтерпретації висновків;
- **самооцінювання** – рефлексивна оцінка студентами власного прогресу при виконанні індивідуального завдання;
- **пірінгове оцінювання** – при взаємному обговоренні кейсів або презентацій рішень щодо енергоінформаційних систем у групах.

7. Методи навчання:

- **метод практико-орієнтованого навчання** – як базовий підхід до засвоєння цифрових інструментів енергомоніторингу, SCADA/IoT, аналітики;
- **метод кейс-метод** – аналіз реальних сценаріїв застосування енергоінформаційних систем (Smart Metering, MicroGrid, цифрова підстанція);
- **метод проєктного навчання** – виконання індивідуального аналітичного завдання або мініпроєкту щодо оцінки або порівняння EIC;
- **метод проблемного навчання** – постановка типових проблем (вибір інфраструктури, кіберризики, обробка сигналів) з пошуком варіантів рішень;
- **метод навчання через дослідження** – пошук і аналіз технічної інформації, стандартів, моделей Smart Grid та EIS;
- **метод навчальних дискусій та дебат** – у межах групових обговорень ефективності різних енергоінформаційних рішень;
- **метод командної роботи, мозкового штурму** – при створенні спільних блок-схем або аналізу кейсів із цифровізації об'єктів енергетики.

8. Оцінювання результатів навчання

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національну оцінку згідно чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Відвідування лекцій і лабораторних занять (15 занять × 1 бал)		**15**
Практична робота 1.	ПРН7, ПРН17	**5**
Практична робота 2.	ПРН7	**5**
Практична робота 3.	ПРН7	**5**
Практична робота 4.	ПРН7	**5**
Практична робота 5.	ПРН7, ПРН17	**5**
Практична робота 6.	ПРН7	**5**
Семінар	ПРН7, ПРН17	**5**
Самостійна робота (аналітичне завдання)	ПРН7, ПРН17, ПРН21	**10**
Поточне тестування	ПРН7, ПРН17, ПРН21	**10**
Разом за навчальну роботу		**70**
Екзамен/залік		**30**
Всього 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
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

8.3 Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання	*Роботи, які здаються із порушенням встановлених термінів без обґрунтованих причин, оцінюються зі зниженням балу (до -20%). Перескладання лабораторних, індивідуальних завдань або тестів допускається лише з дозволу викладача та за умови документального підтвердження поважної причини (лікарняний, офіційне стажування, військовий облік тощо). Перескладання здійснюється не пізніше останнього тижня перед екзаменаційною сесією.*
Політика щодо академічної доброчесності	*Роботи, які здаються із порушенням встановлених термінів без обґрунтованих причин, оцінюються зі зниженням балу (до -20%). Перескладання лабораторних, індивідуальних завдань або тестів допускається лише з дозволу викладача та за умови документального підтвердження поважної причини (лікарняний, офіційне стажування, військовий облік тощо). Перескладання здійснюється не пізніше останнього тижня перед екзаменаційною сесією.*
Політика щодо відвідування	*Відвідування лекцій та лабораторних занять є обов'язковим.. За наявності офіційного підтвердження (довідка про хворобу, міжнародне стажування, тощо), студент має право на* ***індивідуальний графік*** *відпрацювання (у тому числі онлайн)* ***за погодженням з викладачем і деканатом***.

9. Навчально-методичне забезпечення

1. Електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України *eLearn*: https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=3688

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Тептя В.В., Кулик В.В. Електромеханічні перехідні процеси в електроенергетичних системах : електронний конспект лекцій комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс]. – Вінниця: ВНТУ, 2021. 183 с. ISBN 978-966-641-872-5
2. Кириленко О. В., Сегеда М. С., Буткевич О. Ф., Мазур Т. А. Математичне моделювання в електроенергетиці. – 2-ге вид, Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2013. 608 с. ISBN: 978-617-607-376-5

3. ДСТУ 3440-96 Системи енергетичні. Терміни та визначення. Київ, Держстандарт України, 1997 р. – 45 с.
4. Закон України "Про електроенергетику", Режим доступу до сервера: http://leg.co.ua/knigi/zakony/zakon-ukrayini-pro elektroenergetiku.html
5. Величко О.М., Гордієнко Т.Б. Інтелектуальні інформаційні системи: структура і застосування. Видавництво: Олді+, 2022, 728 с. ISBN 978-966-289-552-0
6. Stuart Russell, Peter Norvig, “Artificial Intelligence: A Modern Approach”, 3nd Edition. – Режим доступу: http://aima.cs.berkeley.edu/index.html