

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Кафедра електротехніки, електромеханіки та електротехнологій

ЗАТВЕРДЖЕНО
ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження
«05» червня 2025 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Математичні методи моделювання в електротехніці

Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

Спеціальність G3 «Електрична інженерія»

Освітньо-наукова програма Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка

Факультет (ННІ) ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробник: доцент, к.т.н. Сорокін Дмитро Сергійович

Опис навчальної дисципліни
"Математичні методи моделювання в електротехніці"

Галузь знань	G «Інженерія, виробництво та будівництво»
Спеціальність	G3 «Електрична інженерія»
Освітній ступінь	Магістр

Вид	Обов'язкова
Загальна кількість годин	120
Кількість кредитів ECTS	4
Кількість змістових модулів	2
Курсова робота	
Форма контролю	іспит

Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання

Форма навчання	денна	заочна
Рік підготовки (курс)	1	
Семестр	2	
Лекційні заняття	15	
Практичні, семінарські заняття	30	
Лабораторні заняття		
Самостійна робота	75	
Індивідуальні заняття		
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	3	

1. Мета, завдання та компетентності дисципліни

Мета викладання дисципліни є розкриття сучасних наукових концепцій і тенденцій в галузі аналізу сучасних динамічних систем на базі математичного і комп'ютерного моделювання, принципів використання методів математичного моделювання та оптимізації в автоматичному проектуванні електротехнічних систем.

Завдання вивчення навчальної дисципліни є:

- надання теоретичних знань для освоєння основних методів математичного моделювання динамічних систем і процесів;
- надання практичних знань для освоєння основних методів математичного моделювання динамічних систем і процесів.

У результаті вивчення даної навчальної дисципліни студент повинен:

Знати:

- сучасні методи математичного моделювання та оптимізації систем і процесів різноманітного призначення;
- принципи роботи апаратно-програмних засобів обчислювальної техніки, які

використовують методи аналізу сигналів, моделювання систем і процесів.

Вміти:

- самостійно робити вибір необхідних методів аналізу та оптимізації динамічних систем і процесів,
- здійснювати розробку математичних моделей з допомогою засобів графічного програмування,
- синтезувати віртуальні прототипи технічних (зокрема електротехнічних) систем, що розробляються або аналізуються.

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність (ІК): Здатність розв'язувати складні проблеми і задачі під час професійної та наукової діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК): ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ЗК3. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій. ЗК6. Здатність приймати обґрунтовані рішення. ЗК7. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.

Спеціальні (фахові, предметні) 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.

Програмні результати навчання (ПРН): ПРН2. Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні. ПРН3. Опановувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах. ПРН5. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та

електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах. ПРН7. Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах. ПРН11. Обґрунтовувати вибір напрямку та методики наукового дослідження з урахуванням сучасних проблем в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

2. Програма навчальної дисципліни

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем занять	Кількість годин													
	Денна форма								Заочна форма					
	Тижні	Усього	У тому числі						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	14	
МОДУЛЬ 1. КЛАСИФІКАЦІЯ ВИДІВ МОДЕЛЮВАННЯ Й МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ														
Лекція 1. Основні поняття і визначення. Види моделювання. Класифікація математичних моделей. - Фізичне та математичне моделювання. - Основна термінологія. - Теорія подібності в основі фізичного моделювання. - Математизація наукових знань. - Дослідження математичних моделей.	1	6	2	3			8,5		1	1				13
Лекція 2. Основні етапи моделювання. - Побудова математичної моделі. - Етапи розв'язування математичної моделі.	2	6	2	9			17,5		1	1				13
Лекція 3. Побудова рівнянь регресії. - Побудова рівнянь регресії для експериментальних даних. - Обчислювальний експеримент. - Аналіз похибок при комп'ютерних розрахунках.	3	6	2	3			11		1	1				13
Разом за змістовим модулем 1.	3		6	15			37		3	3				39

МОДУЛЬ 2. МЕТОДИ І ЗАСОБИ ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ													
Лекція 4. Розв'язок систем лінійних рівнянь. - Система лінійних рівнянь. - елементарними перетвореннями лінійної системи. - 2 класу методів вирішення СЛАР. - Розв'язок систем лінійних рівнянь за допомогою зворотної матриці. - Розв'язок систем лінійних рівнянь за формулами Крамера. - метод Гаусса. - метод ітерації. - метод Зейделя.	4	6	2	3			4,7		1	1			13
Лекція 5. Математичні моделі на основі диференційних рівнянь в частинних похідних. - Диференціальні рівняння в частинних похідних. - Класифікація таких рівнянь. - Крайова задача. - Основні поняття та визначення. - Структура розв'язання крайових задач математичної фізики.	5	6	2	3			3,2			1			13
Лекція 6. Методи апроксимації - метод найменших квадратів:	7	6	2	3			3,2		1	1			13
Лекція 7. Математичні моделі на основі інтегральних рівнянь	8	6	2	3			8,2			1			13
Лекція 8. Математичні моделі електричних систем і їх елементів.	9	6	1	3			18,7		1	1			15
Разом за змістовим модулем 2.			9	15			38		3	5			67
Усього за 1 семестр	15	90	15	30			75		6	8			106

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	кількість годин
1	Основні поняття і визначення. Види моделювання. Класифікація математичних моделей	2
2	Основні етапи моделювання	2
3	Побудова рівнянь регресії.	2
4	Розв'язок систем лінійних рівнянь	2

5	Математичні моделі на основі диференційних рівнянь в частинних похідних.	2
6	Методи апроксимації	2
7	Математичні моделі на основі інтегральних рівнянь	2
8	Математичні моделі електричних систем і їх елементів.	1
Усього		15

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	кількість годин
1.	Основні етапи моделювання.	4
2.	Методи апроксимації	4
3.	Методи інтерполяції	4
4.	Методи екстраполяції	2
5.	Розв'язок нелінійних рівнянь.	3
6.	Розв'язок систем лінійних рівнянь.	4
7.	Розв'язок систем нелінійних рівнянь.	4
8.	Розв'язок диференційних рівнянь	4
Усього		30

5. Теми самостійних робіт

№ з/п	Назва теми	кількість годин
Частина перша		
1.	Розробка та дослідження алгоритмів моделювання електротехнічних процесів	35
2.	Побудова моделей електрофізичних систем в Matlab/Simulink	40
Усього		75

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- усне або письмове опитування;
- співбесіда;
- тестування;
- захист практичних робіт;
- самооцінювання.

7. Методи навчання:

- метод проблемного навчання;
- метод практико-орієнтованого навчання;
- метод проєктного навчання;
- метод навчання через дослідження;
- метод навчальних дискусій та дебат;
- метод командної роботи, мозкового штурму
- словесний метод (лекція, співбесіда тощо);
- практичний метод (лабораторні, практичні заняття);
- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- відеометод (дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані тощо);
- самостійна робота (виконання завдань).

8. Оцінювання результатів навчання.

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

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
МОДУЛЬ 1. КЛАСИФІКАЦІЯ ВИДІВ МОДЕЛЮВАННЯ Й МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ		
Лекція 1. Основні поняття і визначення. Види моделювання. Класифікація математичних моделей.	Знати: Поняття фізичного та математичного моделювання, основну термінологію моделювання, суть теорії подібності, етапи математизації наукових знань, основи дослідження математичних моделей. Вміти: Розрізняти види моделей, застосовувати принципи фізичного й математичного моделювання для аналізу електротехнічних об'єктів	
Практична робота 1. Основні етапи моделювання.		20
Лекція 2. Основні етапи моделювання.	Знати: Основні етапи побудови та розв'язання математичних моделей; поняття структуризації задачі моделювання. Вміти: Побудувати математичну модель заданого процесу; визначити послідовність дій при вирішенні прикладної задачі з використанням моделі	
Практична робота 2 Дослідження алгоритмів локальної апроксимації експериментальних даних		10
Лекція 3. Побудова рівнянь регресії.	Знати: Методи побудови регресійних рівнянь на основі експериментальних даних; сутність обчислювального експерименту; основні види похибок при комп'ютерному моделюванні. Вміти: Проводити побудову регресійних моделей за експериментальними даними; аналізувати результати обчислень з урахуванням похибок	
Практична робота 3 Методи апроксимації		10
Самостійна робота 1 Розробка та дослідження алгоритмів моделювання електротехнічних процесів		30
Модульна контрольна робота 1.		30
Всього за модулем 1		100
МОДУЛЬ 2		
Лекція 4. Розв'язок систем лінійних рівнянь.	Знати: Основні поняття систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР);	

Практична робота 4. Розробка алгоритму розв'язку нелінійних рівнянь за допомогою MathCad	аналітичні та чисельні методи розв'язування: метод зворотної матриці, Крамера, Гаусса, ітераційні методи (простий, Зейделя); класифікацію методів. Вміти: Застосовувати різні методи до розв'язку СЛАР; виконувати елементарні перетворення над матрицями; оцінювати ефективність і точність методів.	8
Лекція 5. Математичні моделі на основі диференційних рівнянь в частинних похідних.	Знати: Поняття та класифікацію диференціальних рівнянь у частинних похідних; структуру крайових задач математичної фізики; основні етапи їх розв'язання. Вміти: Формулювати математичні моделі фізичних процесів у вигляді крайових задач; розпізнавати тип рівняння та обирати метод для його вирішення.	
Практична робота 5. Розробка алгоритму розв'язку систем лінійних рівнянь за допомогою MathCad		8
Лекція 6. Методи апроксимації - метод найменших квадратів:	Знати: Сутність методу найменших квадратів (МНК); відмінність апроксимації від інтерполяції. Вміти: Застосовувати метод найменших квадратів для побудови апроксимаційної функції; аналізувати якість апроксимації.	
Практична робота 6. Дослідження алгоритмів інтерполяції експериментальних даних		8
Лекція 7. Математичні моделі на основі інтегральних рівнянь	Знати: Види інтегральних рівнянь, загальні властивості та класифікацію; основи застосування інтегральних рівнянь у математичному моделюванні фізичних процесів. Вміти: Формулювати модель у вигляді інтегрального рівняння; обирати метод наближеного розв'язку інтегрального рівняння.	
Практична робота 7. Розв'язок систем нелінійних рівнянь		8
Лекція 8. Математичні моделі електричних систем і їх елементів.	Знати: Принципи побудови математичних моделей для електричних систем; особливості моделювання лінійних і нелінійних елементів; представлення елементів у вигляді рівнянь стану або операторних моделей. Вміти: Створювати математичні моделі для типових електричних кіл; аналізувати поведінку моделей у різних режимах;	
Практична робота 8. Розв'язок диференційних рівнянь		8

	обирати адекватну математичну форму представлення.	
Самостійна робота 2. Побудова моделей електрофізичних систем в Matlab/Simulink		30
Модульна контрольна робота 2.		30
Всього за модулем 2		100
Навчальна робота	$(M1 + M2)/2 \cdot 0,7 \leq 70$	
Екзамен	30	
Всього за курс	(Навчальна робота + екзамен) ≤ 100	

9. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

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

ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ

Політика щодо дедлайнів та перескладання:	Роботи, які здаються 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 заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Курсові роботи, реферати повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу
Політика щодо відвідування:	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету)

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

10. Навчально-методичне забезпечення

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn <https://elearn.nubip.edu.ua/enrol/index.php?id=1728>);
- конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);
- підручники, навчальні посібники, практикуми;
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти.

11. Список рекомендованої літератури

1. Кириленко О. В., Сегеда М. С., Буткевич О. Ф., Мазур Т. А. Математичне моделювання в електроенергетиці. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2013. 608 с.
2. Щокін В.П., Федосов Б.Т., Чорний С.Г., Жиленков А. О. Моделювання електромеханічних систем. Київ: Кондор, 2024. 204 с.
3. Шиманська А.А., Котлярова В.В. Моделювання електромеханічних систем. Навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи. Київ: НТУУ «КПІ», 2021. 120 с.
4. Саух С.Є., Борисенко А.В. Математичне моделювання електроенергетичних систем в ринкових умовах. Київ: «Три К», 2020. 340 с.
5. Толочко О.І. Математичне моделювання систем асинхронного електроприводу. Київ: НТУУ «КПІ», 2016. 212 с.
6. Кацадзе Т.Л. Математичне моделювання об'єктів енергетики. Київ: НТУУ «КПІ», 2022. 456 с.
7. Павленко П.М., Філоненко С.Ф., Чередніков О.М., Трейтяк В.В. Математичне моделювання сучасних систем і процесів. Вінниця: ВНТУ, 2020. 392 с.
8. Хоменко О. В. Математичне моделювання в електроенергетиці. Київ: НТУУ «КПІ», 2016. 300 с.
9. Волянський С. М., Волянська Я. Б. Моделювання електромеханічних систем. Миколаїв: Іліон, 2018. 246 с.
10. Костюнюк О.В. Моделювання електроприводів. Вінниця: ВНТУ, 2020. 404 с.