

	СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ» Рівень вищої освіти: Другий (магістерський) Спеціальність: <u>G3 Електрична інженерія</u> Рік навчання: <u>1-й, семестр 1-й</u> Кількість кредитів ECTS: <u>4 кредити</u> Назва кафедри: <u>Електроенергетики,</u> <u>електротехніки</u> <u>та</u> <u>електромеханіки</u> Мова викладання: <u>українська</u>
Лектор курсу	д.т.н., професор Михалевич Володимир Маркусович
Контактна інформація лектора (e-mail)	<u>vmykhal2@gmail.com</u>

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Математичне моделювання електротехнічних систем» є вибірковою компонентою ОПП. Загальний обсяг дисципліни 120 годин: лекції - 24 год., практичні заняття - 22 год., самостійна робота - 74 год.

Формат проведення: лекції, практичні заняття, консультації.
 Підсумковий контроль - залік.

Призначення навчальної дисципліни

Призначення навчальної дисципліни - оволодіння теоретичними знаннями та практичними навичками з математичного опису, чисельного аналізу та комп'ютерного моделювання електротехнічних систем здобувачами, які навчаються за спеціальністю «G3 Електрична інженерія».

При цьому велике значення має оволодіння методами математичної формалізації електричних, електромеханічних і динамічних процесів, побудови та дослідження систем алгебраїчних і диференціальних рівнянь, застосування чисельних методів, визначення параметрів і характеристик моделей, оцінювання їх адекватності, стійкості, точності та збіжності. Важливим складником дисципліни є також вивчення сучасних програмних засобів і комп'ютерних комплексів для моделювання, чисельного експерименту, аналізу та візуалізації процесів в електротехнічних системах із забезпеченням необхідної точності, швидкодії та достовірності одержаних результатів.

Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення освітньої компоненти «Математичне моделювання електротехнічних систем» є формування у здобувачів вищої освіти базових професійних компетентностей, необхідних для розуміння принципів побудови, аналізу, дослідження та застосування математичних моделей електротехнічних і електромеханічних систем. Навчальна дисципліна покликана забезпечити ґрунтовні теоретичні знання та практичні навички з формалізації фізичних процесів, побудови математичних моделей, застосування чисельних методів, аналізу динамічних характеристик та комп'ютерного моделювання, що слугуватимуть основою для подальшої інженерної, проектної та науково-дослідної діяльності у сфері електричної інженерії.

Завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення дисципліни є формування у здобувачів вищої освіти системного розуміння принципів математичного опису електротехнічних і електромеханічних систем, а також набуття практичних навичок побудови, аналізу та дослідження їх математичних моделей.

У процесі вивчення дисципліни здобувачі опановують методи математичної формалізації фізичних процесів, побудови систем алгебраїчних і диференціальних рівнянь, застосування матричних методів, чисельних методів розв'язання лінійних і нелінійних рівнянь, інтерполяції, апроксимації, чисельного інтегрування та моделювання динамічних процесів. Такий зміст безпосередньо відповідає лекційним темам дисципліни, де передбачено системний аналіз, побудову математичних моделей, чисельні методи, структурне та комп'ютерне моделювання, а також верифікацію і валідацію моделей.

Окремим завданням є формування вмінь використовувати сучасні програмні засоби для комп'ютерного та імітаційного моделювання електричних, електромеханічних і динамічних систем, проводити чисельні експерименти, аналізувати отримані результати та оцінювати адекватність, точність, стійкість і збіжність математичних моделей. Це узгоджується з практичними роботами, які включають чисельне розв'язання рівнянь, моделювання двигунів постійного струму, асинхронних двигунів, електричних кіл і багатомасових механічних систем.

Важливою складовою є розвиток здатності обґрунтовано обирати математичні та чисельні методи відповідно до поставленої інженерної задачі, інтерпретувати результати моделювання, порівнювати альтернативні моделі та визначати межі їх застосування. Самостійна робота спрямована на поглиблення навичок побудови, аналізу та дослідження математичних моделей із використанням математичних методів, чисельних алгоритмів і програмних засобів моделювання.

ПЕРЕЛІК КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ, ЯКИХ НАБУВАЄ ЗДОБУВАЧ ПРИ ВИВЧЕННІ ДИСЦИПЛІНИ ВІДПОВІДНО ДО ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен володіти інтегральними, загальними та фаховими компетентностями, зокрема:

Інтегральна компетентність (ІК):

ІК. Здатність розв'язувати складні проблеми і задачі під час професійної 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.

ЗК3. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК6. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК)

ФК1. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові та інженерні методи для вирішення складних науково-технічних проблем і практичних задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК3. Здатність планувати, організовувати та проводити наукові дослідження у сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, здійснювати аналіз, оброблення, узагальнення та інтерпретацію їх результатів.

ФК4. Здатність застосовувати математичні методи, методи системного аналізу та оптимізації для дослідження, аналізу й обґрунтування технічних рішень в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

ФК10. Здатність використовувати сучасні інформаційні технології, спеціалізоване програмне забезпечення, засоби автоматизованого проєктування та комп'ютерного моделювання для створення, дослідження, модернізації та технічного супроводу електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

Програмні результати навчання

ПРН1. Розв'язувати складні інженерні та науково-технічні задачі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки на основі сучасних теорій, методів аналізу та інженерних підходів.

ПРН2. Застосовувати методи математичного, комп'ютерного та імітаційного моделювання для дослідження, аналізу та прогнозування процесів в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

ПРН3. Використовувати сучасні інформаційні технології, спеціалізоване програмне забезпечення, засоби автоматизованого проєктування та комп'ютерного моделювання для розроблення, дослідження,

оптимізації та технічного супроводу електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ПРН10. Обґрунтовувати вибір напрямку, методів та засобів наукових досліджень, планувати та виконувати дослідження у сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, здійснювати аналіз, оброблення та інтерпретацію отриманих результатів.

Вивчення даної дисципліни формує у здобувачів освіти соціальні навички (softskills): комунікативність (реалізується через: метод роботи в парах та групах, метод самопрезентації), робота в команді (реалізується через: метод проєктів), лідерські навички (реалізується через: робота в групах, метод проєктів, метод самопрезентації).

ПЛАН ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Форми організації навчання та кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1.	Тема 1. Основи математичного моделювання електротехнічних систем. Системний підхід	2	2
2.	Тема 2. Системний аналіз, структура та формалізація електротехнічних систем	2	2
3.	Тема 3. Математичні моделі електротехнічних систем та методи їх побудови	2	
4.	Тема 4. Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь і систем нелінійних рівнянь	2	
5.	Тема 5. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь та матричні методи	2	
6.	Тема 6. Інтерполяція, апроксимація та метод найменших квадратів	2	
7.	Тема 7. Чисельне інтегрування і чисельне розв'язання диференціальних рівнянь	2	
8.	Тема 8. Математичне моделювання динамічних електротехнічних систем	2	
9.	Тема 9. Структурне та комп'ютерне моделювання електротехнічних систем	2	
10.	Тема 10. Імітаційне фізичне моделювання електричних кіл та електричних машин	2	
11.	Тема 11. Математичне моделювання електромеханічних і багатомасових систем	2	
12.	Тема 12. Адекватність, ідентифікація, верифікація та валідація математичних моделей	2	2
Разом		24	6

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1.	Практична робота № 1. Рішення нелінійних рівнянь	2	
2.	Практична робота № 2. Рішення систем лінійних рівнянь	2	
3.	Практична робота № 3. Рішення систем нелінійних рівнянь	2	
4.	Практична робота № 4. Методи інтерполяції і апроксимації	2	
5.	Практична робота № 5. Чисельне інтегрування	2	
6.	Практична робота № 6. Моделювання двигуна постійного струму з керуванням у колі якоря	2	2
7.	Практична робота № 7. Математичне моделювання двигуна постійного струму з керуванням у колі якоря та колі збудження	2	2
8.	Практична робота № 8. Імітаційне фізичне моделювання електричних кіл з використанням блоків бібліотек SimPowerSystems	2	
9.	Практична робота № 9. Імітаційне фізичне моделювання двигуна постійного струму з незалежним збудженням	2	
10.	Практична робота № 10. Імітаційне фізичне моделювання асинхронного двигуна	2	
11.	Практична робота № 11. Математичне моделювання двомасових механічних систем	1	
12.	Практична робота № 12. Математичне моделювання кранової механічної системи візок-вантаж	1	
Разом годин		22	4

САМОСТІЙНА РОБОТА

Види самостійної роботи

№	Вид самостійної роботи	Години (денна/заочна)	Терміни виконання (денна/заочна)	Форма та метод контролю (денна/заочна)
1	Опрацювання питань, що виносяться на самостійне вивчення	56/80	Щотижнево	Усне опитування
2	Підготовка до лекційних та практичних занять (робота з інформаційними джерелами: опрацювання першоджерел)	10/14	Щотижнево	Усне опитування
3	Підготовка до тестування	8/16	1 раз на семестр	Тестування у системі

№	Вид самостійної роботи	Години (денна/ заочна)	Терміни виконання (денна/ заочна)	Форма та метод контролю (денна/заочна)
				СОКРАТ
	Разом	74/110		

Самостійна робота здобувача вищої освіти

Самостійна робота здобувача з навчальної дисципліни «Математичне моделювання електротехнічних систем» є важливою складовою освітнього процесу та спрямована на поглиблення теоретичних знань, формування практичних умінь і розвиток здатності самостійно будувати, аналізувати та досліджувати математичні моделі електротехнічних і електромеханічних систем. Вона забезпечує набуття здобувачем навичок роботи з навчальною, науковою та технічною літературою, математичними методами, чисельними алгоритмами та програмними засобами моделювання, а також сприяє розвитку інженерного мислення і здатності обґрунтовувати вибір методів дослідження та інтерпретувати отримані результати.

У процесі самостійної роботи здобувачі опрацьовують питання, пов'язані із системним підходом до моделювання електротехнічних об'єктів, формалізацією структури систем, побудовою математичних моделей, чисельним розв'язанням нелінійних рівнянь і систем рівнянь, застосуванням матричних методів, інтерполяцією, апроксимацією та методом найменших квадратів, чисельним інтегруванням і розв'язанням диференціальних рівнянь. Окрема увага приділяється математичному моделюванню динамічних електротехнічних систем, структурному та комп'ютерному моделюванню, імітаційному фізичному моделюванню електричних кіл і електричних машин, моделюванню електромеханічних і багатомасових систем, а також питанням адекватності, ідентифікації, верифікації та валідації математичних моделей. Така послідовність відповідає тематичній структурі лекційного курсу.

Виконання здобувачем самостійної роботи передбачає, за необхідності, отримання консультацій викладача щодо вибору математичної моделі, методу чисельного розв'язання, формування вихідних даних, вибору параметрів і початкових умов, використання відповідних математичних співвідношень, побудови графіків, структурних схем і таблиць, а також аналізу та формулювання висновків за результатами виконаних завдань. Особлива увага приділяється розвитку вміння оцінювати точність, збіжність і стійкість чисельних методів, адекватність математичних моделей та достовірність результатів комп'ютерного моделювання.

Навчальний матеріал дисципліни, передбачений робочою програмою для самостійного опрацювання, включається до поточного та підсумкового контролю поряд із матеріалом, що вивчається під час лекційних і практичних занять. Організація самостійної роботи здобувачів передбачає планування її обсягу, змісту, завдань, форм і методів контролю, використання відповідного навчально-методичного забезпечення, самостійне виконання розрахункових і

аналітичних завдань, а також систематизацію, перевірку та оцінювання отриманих результатів.

Основними видами самостійної роботи здобувачів є опрацювання теоретичного матеріалу за окремими темами дисципліни, підготовка до практичних занять, виконання розрахункових і моделювальних завдань, розв'язання систем алгебраїчних і диференціальних рівнянь, побудова графічних залежностей і структурних схем, проведення чисельних експериментів, аналіз результатів комп'ютерного моделювання, підготовка відповідей на контрольні запитання та виконання індивідуальних навчальних завдань. Такий підхід сприяє формуванню у здобувачів здатності самостійно обирати методи математичного моделювання, оцінювати якість побудованих моделей і використовувати отримані результати для вирішення інженерних задач у сфері електричної інженерії.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Михалевич В.М., Колісник М.А., Штуць А.А. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Математичне моделювання електротехнічних систем» для здобувачів денної та заочної форми навчання спеціальності G3 «Електрична інженерія» (галузі знань «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»). Вінниця : ВНАУ, 2025. 165 с.

2. Михалевич В.М., Колісник М.А., Штуць А.А., Сафтьок Я.В. Методичні вказівки для проведення практичних робіт з дисципліни «Математичне моделювання електротехнічних систем» для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності G3 «Електрична інженерія» денної та заочної форм навчання. Вінниця : ВНАУ, 2026. 166 с.

3. Волонтир Л.О., Зелінська О.В., Потапова Н.А., Чіков І.А. Чисельні методи : навчальний посібник. Вінниця : ВНАУ, 2020. 322 с. Видання охоплює чисельні методи, ітераційні алгоритми, системи рівнянь та інші розрахункові методи, що безпосередньо відповідають змісту дисципліни.

4. Волянський С.М., Волянська Я.Б. Моделювання електромеханічних систем : навчальний посібник / за ред. О.А. Онищенко. Миколаїв : Іліон, 2018. 246 с. У посібнику розглянуто функціональне та структурне моделювання в MATLAB/Simulink, моделювання електричних кіл, перетворювачів та електромеханічних систем.

5. Щокін В.П., Федосов Б.Т., Чорний С.Г., Івановська О.В., Жиленков А.О. Моделювання електромеханічних систем : навчальний посібник. Київ : Кондор, 2014. 204 с. ISBN 978-966-2781-91-5.

6. Гоголюк П.Ф., Гречин Т.М. Теорія автоматичного керування : навчальний посібник. 2-ге вид., перероб. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2012. 280 с. ISBN 978-617-607-284-3. Посібник містить методи аналізу лінійних і нелінійних систем та приклади застосування MATLAB/Simulink і Mathcad в електроенергетиці.

7. Мокін Б.І., Мокін О.Б. Теорія автоматичного керування. Методологія та практика оптимізації : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2013. 210 с. ISBN 978-966-641-534-2.

8. Chapra S.C. Applied Numerical Methods with MATLAB for Engineers and Scientists. 4th ed. New York : McGraw-Hill Education, 2018. 697 p. ISBN 978-1-260-08325-5. Видання орієнтоване на практичне застосування чисельних методів у задачах інженерії з використанням MATLAB.

9. Ogata K. System Dynamics. 4th ed. Upper Saddle River : Prentice Hall, 2004. ISBN 0-13-142462-9. Видання охоплює передавальні функції, простір станів, електричні та електромеханічні системи й методи їх моделювання.

10. Ogata K. Modern Control Engineering. 5th ed. Pearson Education, 2010. У виданні розглянуто математичні моделі електричних і механічних систем, передавальні функції, простір станів та застосування MATLAB.

11. Ljung L. System Identification: Theory for the User. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall, 1999. Видання охоплює побудову моделей за експериментальними даними, параметричну ідентифікацію, оцінювання параметрів і валідацію математичних моделей.

12. Колісник М.А., Штуць А.А. Математичне моделювання роботи двигуна постійного струму з різними типами збудження для вібраційних машин. Вібрації в техніці та технологіях. 2023. № 2 (109). С. 93–103. DOI: 10.37128/2306-8744-2023-2-11.

Додаткова

1. Рудий Т.В., Зачек О.І. Чисельні методи : навчальний посібник. Львів : Львівський державний університет внутрішніх справ, 2025. 184 с. ISBN 978-617-511-439-1. Посібник містить чисельне розв'язання нелінійних рівнянь, матричну алгебру, метод Гауса та застосування MathCAD Prime.

2. Самборська О.М., Шелестовський Б.Г. Чисельні методи : навчальний посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів. Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2010. 164 с.

3. Ремез Н.С., Кисельов В.Б., Дичко А.О., Мінаєва Ю.Ю. Чисельні методи розв'язання технічних задач : навчальний посібник. Одеса : Гельветика, 2022. 186 с.

4. Гуров А.П., Ольшевський С.І., Черно О.О., Бугрім Л.І. Теорія автоматичного керування : навчальний посібник. Миколаїв : НУК, 2018. Посібник призначений, зокрема, для здобувачів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

5. Кондратов С.О., Іванов В.Г. Чисельні методи. Частина 2. Чисельні методи аналізу. Диференціальні рівняння : навчальний посібник. Київ : Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2026. 263 с.

6. Крилик Л.В., Богач І.В., Лісовенко А.І. Чисельні методи. Чисельне інтегрування функцій : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2019. 74 с.

7. MathWorks. Simscape Electrical Documentation. Матеріали з фізично-орієнтованого моделювання електричних, електромеханічних та енергетичних систем.

8. MathWorks. System Identification Toolbox Documentation. Матеріали з параметричної ідентифікації, побудови моделей у просторі станів, аналізу залишків та валідації моделей.

9. GNU Project. GNU Octave Documentation. Документація з чисельного розв'язання лінійних і нелінійних задач, диференціальних рівнянь, матричних обчислень та побудови графіків.

10. Scilab. Xcos Documentation. Документація середовища структурного моделювання неперервних, дискретних і гібридних динамічних систем.

Інформаційні ресурси

1. Google Scholar – пошукова система наукових публікацій, монографій, статей, дисертацій та матеріалів конференцій.
https://scholar.google.com/?utm_source=chatgpt.com

2. MathWorks Documentation – офіційна документація MATLAB, Simulink, Simscape Electrical та System Identification Toolbox.
https://www.mathworks.com/help/?utm_source=chatgpt.com

3. GNU Octave – відкрите програмне середовище для чисельного моделювання, матричних обчислень та розв'язання диференціальних рівнянь.
https://octave.org/?utm_source=chatgpt.com

4. Scilab / Xcos – програмне середовище для чисельних розрахунків, структурного та імітаційного моделювання динамічних систем.
https://www.scilab.org/?utm_source=chatgpt.com

5. OAI-PMH Harvester України – система пошуку матеріалів у відкритих електронних архівах українських закладів освіти та наукових установ. https://oai.org.ua/?utm_source=chatgpt.com

6. BASE (Bielefeld Academic Search Engine) – міжнародна пошукова система академічних електронних ресурсів. https://www.base-search.net/?utm_source=chatgpt.com

7. Coursera – платформа відкритих онлайн-курсів, зокрема з MATLAB, чисельних методів, моделювання та систем керування.
https://www.coursera.org/?utm_source=chatgpt.com

СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ТА ВИМОГИ ДО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

У кінці семестру, здобувач вищої освіти може набрати до 60% підсумкової оцінки за виконання всіх видів робіт, що виконуються протягом семестру, до 10% за показники наукової, інноваційної, навчальної, виховної роботи та студентської активності і до 30% підсумкової оцінки - за результатами підсумкового контролю.

Розподіл балів за видами навчальної діяльності

№ за/п	Вид навчальної діяльності	Бали	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Атестація 1			
1	Участь у дискусіях на лекційних заняттях	6	7
2	Участь у роботі на практичних заняттях	10	10
3	Виконання самостійної роботи	7	10
4	Виконання контрольної роботи	7	8
	Всього за атестацію 1	30	35
Атестація 2			
5	Участь у дискусіях на лекційних заняттях	6	7
6	Участь у роботі на практичних заняттях	10	10
7	Виконання самостійної роботи (індивідуального творчого завдання тощо)	7	10
8	Виконання контрольної роботи		8
	Всього за атестацію 2	30	35
9	Показники наукової, інноваційної, навчальної, виховної роботи та студентської активності	10	-
10	Підсумкове тестування	30	30
	Разом	100	100

Якщо здобувач упродовж семестру за підсумками контрольних заходів отримав менше 35 балів, то він не допускається до заліку. Крім того, обов'язковим при мінімальній кількості балів за підсумками контрольних заходів є виконання індивідуальної творчої роботи (презентації).

Під час виконання навчальних завдань, завдань контрольних заходів недопустимо порушення академічної доброчесності. Презентації та виступи мають бути авторськими та оригінальними, інформація про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності – достовірною; у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей мають бути посилання на джерела інформації з дотриманням норм законодавства про авторське право і суміжні права.

Програма навчальної дисципліни передбачає врахування результатів неформальної та інформальної освіти при наявності підтверджуючих документів як окремі кредити вивчення навчальних дисциплін.

Переведення балів внутрішньої 100-бальної шкали в національну здійснюється у відповідності до шкали.

Відповідність шкал оцінок якості засвоєння навчального матеріалу

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	відмінно
82-89	B	добре
75-81	C	
66-74	D	задовільно
60-65	E	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни