

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра Інженерії енергосистем

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

директор ННІ ЕАіЕ
Віктор КАПЛУН

“ ” _____ 20 ____ р.

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри інженерії
енергосистем

протокол № 7 від “27” травня 2025 р.
Завідувач кафедри _____ Євген АНТИПОВ

”РОЗГЛЯНУТО ”

Гарант ОП «Інжиніринг електроенергетичних систем
з відновлювальними джерелами»

_____ Світлана МАКАРЕВИЧ

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Математичні задачі в регіональних
електроенергетичних системах і мережах**

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма – «Інжиніринг електроенергетичних систем з
відновлювальними джерелами»

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 **енергетичних системах і мережах**

Математичні задачі в регіональних електро-

Дисципліна “Математичні задачі в регіональних електро-енергетичних системах і мережах” є важливою профілюючою ланкою в розрізі циклу професійної підготовки студента. Мета вивчення дисципліни полягає у засвоєнні студентами основних характеристик режимів систем і характеристики навантажень, межі порушення нормальної роботи електроустановок. Вивчення дисципліни передбачає опанування студентами математичного апарату і практичного його застосування при розв’язуванні відповідного класу задач.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	бакалавр	
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	4
Семестр	4	
Лекційні заняття	30 год	2 год
Практичні, семінарські заняття	60 год	
Лабораторні заняття		
Самостійна робота	30 год	118 год
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти		
аудиторних	6 год	2 год
самостійної роботи студента	2 год	

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни “Математичні задачі в регіональних електро-енергетичних системах і мережах” є вивчення студентами основ математичного моделювання і аналізу режимів роботи електричних мереж енергосистем та використання при цьому набутих знань для розв’язання практичних задач експлуатації та розвитку електричних систем з орієнтацією на широке використання сучасного математичного інструментарію і обчислювальної техніки.

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):

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК03. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК04. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми. К07. Здатність працювати в команді.

ЗК08. Здатність працювати автономно.

ЗК09. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.

ЗК10. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

спеціальні (фахові) компетентності (СК):

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

СК12. Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів проблеми, що вирішується, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів.

СК14. Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів проблеми, що вирішується, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів.

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 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.

2. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма							заочна форма					
	тижн і	усьог о	у тому числі					усьог о	у тому числі				
			л	п	лаб	ін д	с.р .		л	п	лаб	ін д	с.р.
Тема1. Особливості прикладної математики та її використання для розв'язання задач електроенергетики	1,2		2	2			2			2			
Тема 2. Топологічні методи та їх використання при формальному зображенні електричних мереж	3, 4		4	6			2						
Тема 3. Постановка та математична формалізація задачі розрахунку усталеного режиму	5, 6		4	6			4						
Тема 4. Методи розв'язання систем алгебраїчних рівнянь та їх використання для розрахунку режимів електричних мереж	7, 8		4	20			10						
Тема 5. Моделювання режимів роботи електричних мереж в реальному часі	9, 10		4	10			2						
Тема 6. Оптимізаційні задачі електроенергетики та їх особливості	11-12		4	6			4						
Тема 7. Методи оптимізації конфігурації схем та режимів електричних мереж	13-14		4	6			2						
Тема 8. Постановка, особливості та методи розв'язання задач моделювання перехідних процесів в електроенергетичних системах	15		2	4			4						
Всього			30	60			30						118

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	К-ть годин
1	Тема 1. Особливості прикладної математики та її використання для розв'язання задач електроенергетики • Відображення компетентностей: ІК, ЗК4, ЗК8, СК6, ПРН3, ПРН17	2
2	Теми 2. Топологічні методи та їх використання при формальному зображенні електричних мереж • Відображення компетентностей: СК3, ПРН17	2
3	Тема 3. Постановка та математична формалізація задачі розрахунку усталеного режиму Відображення компетентностей: СК6, СК12, СК14	2
4	Тема 4. Методи розв'язання систем алгебраїчних рівнянь та їх використання для розрахунку режимів електричних мереж • Відображення компетентностей: СК6, ПРН3	2
5	Тема 5. Моделювання режимів роботи електричних мереж в реальному часі Відображення компетентностей: СК3, ПРН3	
6	Тема 6. Оптимізаційні задачі електроенергетики та їх особливості • Відображення компетентностей: СК3, ПРН17	4
7	Тема 7. Методи оптимізації конфігурації схем та режимів електричних мереж • Відображення компетентностей: СК3, ПРН17	4
8	Тема 8. Постановка, особливості та методи розв'язання задач моделювання перехідних процесів в електроенергетичних системах • Відображення компетентностей: ІК, ЗК4, ЗК8, СК6, СК12, ПРН3, ПРН17	2

4. Теми лабораторних (практичних, семінарських) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Формування схеми заміщення і розрахункової схеми електричної мережі. Обчислення параметрів елементів схеми заміщення	2
2	Обчислення власних і взаємних провідностей вузлів електричної мережі. Складання рівнянь усталеного режиму у формі балансу струмів і балансу потужностей	2
3	Матриця провідностей. Формування системи рівнянь усталеного режиму роботи електричної мережі	2
4	Розв'язання системи лінійних рівнянь усталеного режиму роботи електричної мережі. Метод Гауса	2
5	Розв'язання системи лінійних рівнянь усталеного режиму роботи електричної мережі. Метод подвійної факторизації	2
6	Розв'язання системи нелінійних рівнянь усталеного режиму роботи електричної мережі. Метод Зейделя.	4
7	Розв'язання системи нелінійних рівнянь усталеного режиму роботи електричної мережі. Метод Ньютона-Рафсона. Етап 1: Підготовчі перетворення системи рівнянь	4
8	Розв'язання системи нелінійних рівнянь усталеного режиму роботи електричної мережі. Метод Ньютона-Рафсона Етап 2: Реалізація алгоритму метода	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	2
2	Вивчення Теми 2. Опрацювання контрольних питань. Підготовка до практичного заняття 2	2
3	Вивчення Теми 3. Опрацювання контрольних питань. Підготовка до практичного заняття 3	4
4	Вивчення Теми 4. Опрацювання контрольних питань. Підготовка до практичного заняття 4	4
5	Вивчення Теми 5. Опрацювання контрольних питань. Підготовка до практичного заняття 5	4
6	Вивчення Теми 6. Опрацювання контрольних питань. Підготовка до практичного заняття 6	4
7	Вивчення Теми 7. Опрацювання контрольних питань. Підготовка до практичного заняття 7	4
8	Вивчення Теми 8. Опрацювання контрольних питань. Підготовка до семінарського заняття	6
	Разом	30

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 ЕІС;

- **метод проблемного навчання** – постановка типових проблем (вибір інфраструктури, кіберризика, 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.	ПРН2, ПРН3, ПРН17	5
Практична робота 2.	ПРН3, ПРН17	5
Практична робота 3.	ПРН17	5
Практична робота 4.	ПРН3	5
Практична робота 5.	ПРН2, ПРН3, ПРН17	5
Практична робота 6.	ПРН2, ПРН3	5
Практична робота 7. Семінар	ПРН2, ПРН3, ПРН17	5
Самостійна робота (аналітичне завдання)	ПРН2, ПРН3, ПРН17	10
Поточне тестування	ПРН2, ПРН3, ПРН17	10
Разом за навчальну роботу		70
Екзамени/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	<i>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.</i>
Політика щодо академічної доброчесності	<i>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.</i>
Політика щодо відвідування	<i>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.</i>

9. Навчально-методичне забезпечення

1. Математичні задачі в регіональних електроенергетичних системах і мережах. Конспект лекцій: навчальний посібник з дисципліни для студентів денної і заочної форм навчання рівня освіти «бакалавр» спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Упорядник В.В. Осипенко, К.: НУБіП, 2025.

2. Осипенко В.В., Мейш Ю.А. Числові методи. Спеціальні розділи. Навчальний посібник, К.: НУБіП, 2023. 232 с.

3. Осипенко В.В., Кіктєв М.О., Лисенко В.П. Автоматизовані системи управління. Навчальний посібник. К.: Вид. центр НУБіП, 2018. 668 с.

4. Алгоритми та методи обчислень. Тема 5. Методи класифікації багатомірних спостережень в дослідженнях складних технічних систем. Лекції 1-3. Конспект лекцій для студентів рівня освіти «Бакалавр» (2020) / упорядник Осипенко В.В., 2020. 20 с. Електронне видання:

<https://msnp.knutd.edu.ua/course/view.php?id=6589@notifyeditiongon=1>

5. Електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України *eLearn*:

<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=754>

10 Рекомендовані джерела інформації

Основні

1. М.А. Новотарський. Алгоритми та методи обчислень. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 407 с.
2. Кублій-Ющук Л.І. Теорія ймовірностей і математична статистика. Теоретичний курс і приклади розв'язування типових задач: Навч. посібник. К.: КиМУ, 2016. 426 с.
3. Величко О.М., Гордієнко Т.Б. Інтелектуальні інформаційні системи: структура і застосування. Видавництво: Олді+. 2022. 728 с
4. Гоменюк С.І., Чопоров С.В., Аль-Атамнех Б.Г. Математичне моделювання геометричних об'єктів у паралельних комп'ютерних системах. Навчальний посібник. Видавництво: Олді+, 2019. 112 с. ISBN: 978-966-916-714-9
5. Кривохата А.Г., Кудін О.В., Чопоров С.В. Нейромережеві математичні моделі у задачах обробки звукових сигналів. монографія. Видавництво: Олді+, 2020. 120 с. ISBN: 978-966-992-256-4
6. Величко О.М., Гордієнко Т.Б. Основи системного аналізу і прийняття оптимальних рішень. підручник. Видавництво: Олді Плюс, 2021. 672 с. ISBN: 978-966-992-256-4

Додаткові

7. Дивак М.П, Гладій Г.М. Методична вказівка до самостійного вивчення розділу "Використання методів інтервального аналізу для моделювання економічних систем" курсу "Системний аналіз". Тернопіль, ТІНГ, 1994.
8. Бурячок В. Л. Системний аналіз та прийняття рішень в інформаційній безпеці: Підручник. – К.:ДУТ, 2015. – 345 с.