

17

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА  
БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ҐЖИЦЬКОГО

Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій  
Кафедра електротехнічних систем

**ПОГОДЖЕНО**

Гарант ОПП «Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка»

Віталій ЛЕВОНЮК

(ім'я та прізвище, підпис)

«28»серпня 2025 року

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Декан факультету механіки,  
енергетики та інформаційних  
технологій

Степан КОВАЛИШИН

(ім'я та прізвище, підпис)

«28»серпня 2025 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«МАТЕМАТИЧНІ ЗАДАЧІ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ»**

рівень вищої освіти	<u>перший (бакалаврський)</u> (назва освітнього рівня)
галузь знань	<u>14 «Електрична інженерія»</u> (назва галузі знань)
спеціальність	<u>141 «Електроенергетика, електротехніка та</u> <u>електромеханіка»</u> (назва спеціальності)
освітня програма	<u>«Електроенергетика, електротехніка та</u> <u>електромеханіка»</u> (назва)
вид дисципліни	<u>за вибором</u> (обов'язкова / за вибором)
програма навчання	_____ (повна/ скорочена)

2025–2026 навчальні роки

Робоча програма «Математичні задачі в електроенергетиці»  
(назва навчальної дисципліни)

Укладач: Куцик А.С. – професор кафедри електротехнічних систем, д.т.н., професор  
(вказати укладачів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри електротехнічних систем

Протокол № 1 від «28.08.2025 року»

Завідувач кафедри Віталій ЛЕВОНЮК  
(підпис, ім'я та прізвище)

Погоджено навчально-методичною комісією спеціальностей 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та G3 «Електрична інженерія»  
(назва спеціальності)

Протокол № 1 від «28.08.2025 року»

Голова НМКЄ Віталій ЛЕВОНЮК  
(підпис, ім'я та прізвище)

Схвалено рішенням навчально-методичної ради факультету МЕІТ  
(назва факультету)

Протокол № 1 від «28.08.2025 року»

Голова НМРФ Ковалишин С.Й.  
(підпис, ім'я та прізвище)

Ухвалено вченою радою факультету МЕІТ протокол №1 від «28.08.2025 р».

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Всього годин	
	денна форма здобуття освіти	заочна форма здобуття освіти
<b>Семестр</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Кількість кредитів/годин</b>	3/90	3/90
<b>Усього годин аудиторної роботи</b>	48	10
в т.ч.:		
• лекційні заняття, год.	16	4
• практичні заняття, год.	–	–
• лабораторні заняття, год.	32	6
• семінарські заняття, год.	–	–
<b>Усього годин самостійної роботи</b>	42	80
<b>Форма контролю</b>	залік	залік

*Примітка.*

Частка аудиторного навчального часу студента у відсотковому вимірі:

для денної форми здобуття освіти – 53,3 %

для заочної форми здобуття освіти – 11,1 %

## 2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Метою** навчальної дисципліни «Математичні задачі в електроенергетиці» є формування у здобувачів вищої освіти знань про теоретичні основи математичного моделювання електроенергетичних систем, а також набуття умінь розв'язування типових задач аналізу ustalених та перехідних процесів в електроенергетичних системах та використання відповідного математичного апарату та сучасних програмних засобів.

### **Завдання навчальної дисципліни передбачають:**

- ❖ набуття знань про теоретичні основи математичного моделювання електроенергетичних систем;
- ❖ набуття умінь формування рівнянь для опису перехідних та ustalених режимів в лінійних та нелінійних електричних колах;
- ❖ засвоєння методів розв'язування рівнянь для опису перехідних та ustalених режимів в лінійних та нелінійних електричних колах;
- ❖ вивчення методів математичного моделювання електроенергетичних систем для аналізу перехідних та ustalених режимів.

**Пререквізити:** для успішного опанування курсу необхідно володіти знаннями із курсів: «Фізика», «Математика», «Теоретичні основи електротехніки».

**Постреквізити:** вивчення дисципліни «Математичні задачі в електроенергетиці» створює підґрунтя для опанування наступних компонент бакалаврської освітньої програми, зокрема «Основи проектування електротехнічних установок», «Електротехнічні системи електроспоживання», «Основи електропостачання». Отримані знання та компетентності особливо важливі під час виконання бакалаврських кваліфікаційних робіт, проходження практики та розроблення комплексних проєктів. Це сприяє формуванню професійних умінь з аналізу, проектування, експлуатації та оптимізації електроенергетичних систем, а також здатності до управління технологічними процесами та впровадження інновацій в умовах сучасних викликів аграрного сектору.

**Відповідно до освітньо-професійної програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» вивчення дисципліни «Математичні задачі в електроенергетиці» забезпечує набуття здобувачами таких компетентностей та програмних результатів навчання:**

Індекс в матриці ОПП	Програмні компоненти
1	2
<b>Інтегральна компетентність</b>	Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або в процесі навчання, що передбачає застосування теорій і методів прикладної фізики та інженерних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.
<b>Загальні компетентності</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.</li> <li>❖ Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</li> </ul>
<b>Фахові (спеціальні) компетентності</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.</li> <li>❖ Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.</li> <li>❖ Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.</li> </ul>
<b>Програмні результати навчання</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.</li> <li>❖ Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.</li> <li>❖ Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.</li> </ul>

### 3. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви тем	Кількість годин											
	денна форма здобуття освіти (ДФЗО)						заочна форма здобуття освіти (ЗФЗО)					
	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	8	9	10	11	10
<b>4 семестр</b>												
Тема 1. Розрахунок перехідних процесів в лінійних електричних колах.	9	2		6		1	9	0.5		1		7.5
Тема 2. Метод середніх напруг на кроці чисельного інтегрування для алгебраїзації диференційних рівнянь електричних кіл.	7	2		4		1	7	0.5		1		5.5
Тема 3. Розрахунок нелінійних електричних кіл. Застосування ітераційних методів для розв'язування нелінійних рівнянь усталеного режиму.	13	4		6		3	13	1		1		11
Тема 4. Топологічний метод опису електричних схем електроенергетичних систем.	10	2		6		2	10	0.5		1		8.5
Тема 5. Математичні моделі типових елементів електроенергетичних систем як багатополісників.	12	4		4		4	12	1		1		10
Тема 6. Особливості аналізу розподілених електроенергетичних систем з джерелами розподіленої генерації.	9	2		6		1	9	0.5		1		7.5
Підготовка до навчальних занять та контрольних заходів	30					30	30					30
<b>Усього годин за семестр</b>	<b>90</b>	<b>16</b>		<b>32</b>		<b>42</b>	<b>90</b>	<b>4</b>		<b>6</b>		<b>80</b>

### 4. ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
1	Тема 1. Розрахунок перехідних процесів в лінійних електричних колах. 1.1 Вступ 1.2 Алгоритм розрахунку перехідних процесів в лінійних електричних колах. 1.3 Формування диференційних рівнянь на основі теорії електричних кіл та їх розв'язування з застосуванням аналітичних та чисельних методів.	2	0.5
2	Тема 2. Метод середніх напруг на кроці чисельного інтегрування для алгебраїзації диференційних рівнянь електричних кіл. 2.1 Генеза методу. 2.2 Застосування метод середніх напруг на кроці чисельного інтегрування 1 і 2 порядку для формування математичної моделі електричної вітки.	2	0.5
3	Тема 3. Розрахунок нелінійних електричних кіл. Застосування ітераційних методів для розв'язування нелінійних рівнянь усталеного режиму. 3.1 Графічні методи розрахунку електричних кіл з нелінійним елементом.	4	1

	3.2 Застосування ітераційних методів для розв'язування нелінійних рівнянь усталеного режиму.		
4	Тема 4. Топологічний метод опису електричних схем електроенергетичних систем. 4.1 Основні принципи топологічного методу опису електричних схем електроенергетичних систем. 4.2 Метод вузлових напруг. 4.3 Матриці інциденції. 4.4 Алгоритм розрахунку електричних потенціалів вузлів електричної схеми.	2	0.5
5	Тема 5. Математичні моделі типових елементів електроенергетичних систем як багатополісників. 5.1 Особливості представлення математичних моделей елементів електроенергетичних систем як багатополісників. 5.2 Математичні моделі джерел електроенергії як багатополісників. 5.3 Математична модель ділянки лінії електропередачі як багатополісника.	4	1
6	Тема 6. Особливості аналізу розподілених електроенергетичних систем з джерелами розподіленої генерації. 6.1 Особливості розподілених електроенергетичних систем з джерелами розподіленої генерації електроенергії. 6.2 Особливості аналізу розподілених електроенергетичних систем.	2	0.5
<b>Усього годин за семестр</b>		<b>16</b>	<b>4</b>

## 5. ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
1	Запис системи диференційних рівнянь для розрахунку перехідних процесів в лінійному електричному колі	2	0.5
2	Розв'язування диференційних рівнянь для розрахунку перехідних процесів в лінійному електричному колі класичними методами чисельного інтегрування (Ейлера, Рунге-Кутта).	4	0.5
3	Розрахунок перехідних процесів в лінійному електричному колі методом середніх напруг на кроці чисельного інтегрування 1-го порядку.	2	0.5
4	Розрахунок перехідних процесів в лінійному електричному колі методом середніх напруг на кроці чисельного інтегрування 2-го порядку.	2	0.5
5	Розрахунок усталених режимів в нелінійному електричному колі графічним методом.	4	0.5
6	Розрахунок усталених режимів в нелінійному електричному колі числовими методами (метод Ньютона).	4	1
7	Розв'язування систем алгебричних рівнянь з застосуванням пакетів Mathcad і Matlab. Матричні розрахунки в середовищі Matlab.	2	0.5
8	Опис топології електричної схеми за допомогою матриць	2	0.5

	інциденції.		
9	Застосування методу вузлових напруг для формування в матричному вигляді системи рівнянь для розрахунку усталених режимів в заданій електричній схемі.	2	0.5
10	Формування заступної схеми сегменту розподіленої електроенергетичної системи. Розрахунок параметрів.	4	0.5
11	Розрахунок усталеного режиму в сегменті розподіленої електроенергетичної системи.	4	0.5
<b>Усього годин за семестр</b>		<b>32</b>	<b>6</b>

## 6. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
1	<b>Тема 1. Розрахунок перехідних процесів в лінійних електричних колах.</b> Вступ. Алгоритм розрахунку перехідних процесів в лінійних електричних колах. Формування диференційних рівнянь на основі теорії електричних кіл та їх розв'язування з застосуванням аналітичних та чисельних методів.	1	7.5
2	<b>Тема 2. Метод середніх напруг на кроці чисельного інтегрування для алгебраїзації диференційних рівнянь електричних кіл.</b> Генеза методу. Застосування метод середніх напруг на кроці чисельного інтегрування 1 і 2 порядку для формування математичної моделі електричної вітки.	1	5.5
3	<b>Тема 3. Розрахунок нелінійних електричних кіл. Застосування ітераційних методів для розв'язування нелінійних рівнянь усталеного режиму.</b> Графічні методи розрахунку електричних кіл з нелінійним елементом. Застосування ітераційних методів для розв'язування нелінійних рівнянь усталеного режиму.	3	11
4	<b>Тема 4. Топологічний метод опису електричних схем електроенергетичних систем.</b> Основні принципи топологічного методу опису електричних схем електроенергетичних систем. Метод вузлових напруг. Матриці інциденції. Алгоритм розрахунку електричних потенціалів вузлів електричної схеми.	2	8.5
5	<b>Тема 5. Математичні моделі типових елементів електроенергетичних систем як багатополісників.</b> Особливості представлення математичних моделей елементів електроенергетичних систем як багатополісників. Математичні моделі джерел електроенергії як багатополісників. Математична модель ділянки лінії електропередачі як багатополісника.	4	10
6	<b>Тема 6. Особливості аналізу розподілених електроенергетичних систем з джерелами розподіленої генерації.</b> Особливості розподілених електроенергетичних систем з джерелами розподіленої генерації електроенергії. Особливості аналізу розподілених електроенергетичних систем.	1	7.5
Підготовка до навчальних занять та контрольних заходів		30	30
<b>Усього годин за семестр</b>		<b>42</b>	<b>80</b>
<b>ВСЬОГО</b>		<b>42</b>	<b>80</b>

## 7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Навчання з дисципліни «Математичні задачі в електроенергетиці» здійснюється із застосуванням сучасних інтерактивних та практикоорієнтованих методів, які поєднують словесні (лекція, пояснення, дискусія), наочні (демонстрація, робота з мультимедійними матеріалами) та активні форми (групові проекти, семінари-дискусії, моделювання ситуацій, аналіз кейсів). Використання методів мозкового штурму, проблемно-орієнтованих і дослідницьких підходів сприяє розвитку критичного та креативного мислення, вміння працювати в команді й приймати ефективні управлінські рішення. Ефективність забезпечується залученням сучасних цифрових інструментів, програмних засобів для планування й контролю, а також роботи з професійною літературою та науковими публікаціями.

## 8. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Оцінювання результатів навчання студентів здійснюється проведенням поточного та підсумкового контролю.

Поточний контроль здійснюється під час практичних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання відповідних завдань. Форми проведення поточного контролю – усне та письмове опитування, тестовий контроль.

## 9. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Успішність студента оцінюється шляхом проведення поточного контролю.

Максимальна кількість балів з дисципліни «Спеціалізовані мови програмування», яку може отримати студент протягом семестру за всі види роботи за результатами поточного оцінювання становить 100. Результати поточного контролю оцінюються за чотирибальною («2», «3», «4», «5») шкалою. В кінці семестру обчислюється середнє арифметичне значення (САЗ) усіх отриманих студентом оцінок з наступним переведенням його у сто бальну шкалу за формулою:  $ПК = 20 \cdot САЗ$ .

### Критерії поточного оцінювання знань студентів

Оцінка	Критерії оцінювання
5 («відмінно»)	У повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає, глибоко і всебічно розкриває зміст, використовуючи обов'язкову та додаткову літературу. Правильно вирішив 90% тестових завдань.
4 («добре»)	Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст завдань, використовуючи обов'язкову літературу. При викладанні окремих питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються несуттєві неточності й незначні помилки. Правильно вирішив більшість тестових завдань.
3 («задовільно»)	У цілому володіє навчальним матеріалом, викладає його основний зміст, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації,

	допускаючи окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішив близько половини тестових завдань.
2 («незадовільно»)	Не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Викладає матеріал фрагментарно та поверхово, без аргументації й обґрунтування, недостатньо розкриває зміст теоретичних і практичних завдань, допускає суттєві неточності. Правильно вирішив меншість тестових завдань.

Переведення підсумкових рейтингових оцінок з дисципліни, виражених у балах за 100-бальною шкалою, у оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS

**Таблиця 1 – Шкала оцінювання: національна та ECTS**

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, диференційованого заліку, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90–100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82–89	<b>B</b>	добре	
74–81	<b>C</b>		
64–73	<b>D</b>	задовільно	
60–63	<b>E</b>		
35–59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0–34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## 10. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Математичні задачі енергетики: практикум. Частина 1. [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка". Укл. Гаєвська Г.М. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 81 с.

## 11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Хоменко О.В. Математичні задачі енергетики. Моделювання і аналіз усталених режимів роботи електричних систем [Електронне видання]: навч. посіб. К.: НТУУ «КПІ», 2016. 109 с.

2. Бурбело М.Й. Математичні задачі електроенергетики. Математичне моделювання електропостачальних систем: навч. посібник. Вінниця: ВНТУ, 2016. 185 с.

3. Кириленко О.В., Сегеда М.С., Буткевич О.Ф., Мазур Т.А. Математичне моделювання в електроенергетиці: підручник. Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2010. 608 с.

4. Лежнюк П.Д., Зелінський В.Ц. Методи оптимізації в електроенергетиці. Симплексний метод. Вінниця: ВНТУ, 2004.

#### Допоміжна

5. Задачин В.М., Конюшенко І.Г. Чисельні методи: навчальний посібник. Х.: Вид. ХНЕУ ім. Кузнеця, 2014. 180 с.

6. Kundur, P., Balu, N. J., & Lauby, M. G. (1994). Power system stability and control. New York: McGraw-Hill.

## 12. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси – [книжковий фонд](#), періодика та фонди на [електронних носіях](#) бібліотеки ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького, державних органів науково-технічної інформації, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.

2. Віртуальне навчальне середовище ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького – <https://moodle.lnup.edu.ua/course/view.php?id=10936>.

3. Електронні інформаційні ресурси мережі інтернет з переліком сайтів:

2.1. Національний стандарт України (ДСТУ, ПУЕ, ПБЕЕС), електронна база нормативних документів URL: <https://online.budstandart.com> .

2.2. Міненерго України, офіційний сайт Міністерства енергетики URL: <https://www.mev.gov.ua> .

2.3. Електротехнічний портал ELEKS Energy, візуальні матеріали, електричні схеми, бази знань з електропостачання та енергетики URL: <https://dakar.eleks.com> .

2.4. Electrical Engineering Portal (англ.), URL: <https://electrical-engineering-portal.com>

4. Бібліотеки: Львівського ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького м. Дубляни, НУ «Львівська політехніка», Львівська національна наукова бібліотека України ім. В. Стефаника, м. Львів.