

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

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження
професор Віктор КАПІДУН

“ 20 ” 05

2025 р.



“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри електротехніки,
електромеханіки та електротехнологій
протокол № 28 від “14” травня 2025 р.

Завідувач кафедри Олександр ОКУШКО

”РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОП «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
проф. Микола ЗАБЛОДСЬКИЙ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Закономірності енергетичних перетворень

Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

Спеціальність G3 «Електрична інженерія»

Освітньо програма – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробники: д.т.н., професор Заблудський М.М.

д.т.н., професор Червінський Л.С.

Київ – 2025

Опис навчальної дисципліни Закономірності енергетичних перетворень

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Галузь знань	G –Інженерія, виробництво та будівництво	
Спеціальність	G3 – Електрична інженерія	
Освітньо-кваліфікаційний рівень	Доктор філософії	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	обов’язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни		
	денна форма навчання	Заочна, вечірня форми навчання
Рік підготовки	перший	1
Семестр	другий	2
Лекційні заняття	15 год.	8
Практичні, семінарські заняття	30 год.	8
Лабораторні заняття		
Самостійна робота	75 год.	104
Курсова робота		
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи	. 3 год. 5 год.	

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Мета: оволодіння здобувачами знаннями законів і тенденцій розвитку генерації та перетворення енергії, методів управління енергетичними процесами і їх критичного аналізу з урахуванням економічних і екологічних аспектів.

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): (ЗК01) Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; (ЗК02) Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

фахові (спеціальні) компетентності (СК):(СК2) Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та англійською мовами, глибоке розуміння англійських наукових текстів за напрямом досліджень; (СК3) Здатність демонструвати розуміння вимог до надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів і систем, зумовлених необхідністю забезпечення сталого розвитку; (СК7) Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в електричній інженерії та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації; (СК9) Системний науковий світогляд та загальнокультурний кругозір.

Програмні результати навчання (РН): (РН03) Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані; (РН08) Глибоко розуміти загальні принципи та методи наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у галузі електричної інженерії та у викладацькій практиці; (РН11) Уміти розробляти техніко-економічне обґрунтування проектів з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки та оцінювати економічну ефективність їх впровадження.

2. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма							Заочна форма					
	тиж ні	усьог о	у тому числі					усь ого	у тому числі				
			л	п	ла б	ін д	с.р.		л	п	ла б	ін д	с.р .
1	2	3	4	5	6	7	8	9	1 0	1 1	12	13	14
Змістовий модуль 1. Закони й тенденції розвитку генерації та перетворення енергії, управління енергетичними процесами													
Тема 1. Основні закони й тенденції розвитку генерації	1-2		2	4			10		2	2			24

та перетворення енергії													
Тема 2. Закономірності електромеханічних перетворень.	3-4		2	4			10						
Тема 3. Розвиток концепції взаємозв'язку нерівноважної статистичної фізики та стохастичної термодинаміки в додатках до електромеханічних систем	5-6		2	4			10		2	2			20
Тема 4. Управління енергетичними процесами взаємодії поліфункціональних перетворювачів з навантажувально-охолоджуючим середовищем	7-8		2	4			10						
Разом за змістовим модулем 1		64	8	16			40						
Змістовий модуль 2 Електротехнології конверсії біомаси та методи управління енергетичною дією на біологічні об'єкти з урахуванням економічних і екологічних аспектів.													
Тема 5. Основні закономірності поглинання і перетворення оптичного випромінювання.	9-10		2	4			10		2	2			20
Тема 6. Теоретичне обґрунтування принципів керування енергетичною дією оптичного випромінювання на біологічні об'єкти	11-12		3	4			10		1	1			20

Тема 7. Електротехнології конверсії біомаси, підготовки та спалювання паливних сумішей	13- 15		2	6			15		1	1			20
Разом за змістовим модулем 2		56	7	14			35						
Усього годин		120	15	30			75	120	8	8			10 4

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні закони й тенденції розвитку генерації та перетворення енергії	2
2	Закономірності електромеханічних перетворень.	2
3	Розвиток концепції взаємозв'язку нерівноважної статистичної фізики та стохастичної термодинаміки в додатках до електромеханічних систем	2
4	Управління енергетичними процесами взаємодії поліфункціональних перетворювачів з навантажувально-охолоджуючим середовищем	2
5	Основні закономірності поглинання і перетворення оптичного випромінювання.	2
6	Теоретичне обґрунтування принципів керування енергетичною дією оптичного випромінювання на біологічні об'єкти	3
7	Електротехнології конверсії біомаси, підготовки та спалювання паливних сумішей	2

4. Теми лабораторних (практичних, семінарських) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Квазічастотне управління асинхронним електроприводом	4
2.	Ємнісні параметричні генератори та п'єзоелектричні приводи для переміщення валу з нанометровою точністю.	4
3.	Застосування електромеханічних перетворювачів в енергоощадних технологіях конверсії біомаси	6
4.	Внутрішня ємнісна компенсація реактивної потужності електромеханічних перетворювачів	4
5.	Керування енергетичною дією оптичного випромінювання на біологічні об'єкти	4
6.	Екологічний аспект використання двигунів класу енергоефективності IE5	4
7.	Полюві розрахунки в програмному пакеті Comsol Multiphysics	4

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Індукційно-динамічні механізми	10
2	Явище резонансу крокового двигуна	10
3	Методи та пристрої для вилучення енергії з різних джерел у навколишньому середовищі.	10
4	Методи зниження рівня впливу електромагнітного випромінювання на урбанізованих територіях.	15
5	Практичне застосування перетворення оптичного випромінювання.	10
6	Оптимізація вібро-шумових характеристик електромеханічних пристроїв	10
7	Застосування модифікованого критерія наведених витрат при розробці електромеханічних пристроїв	10
	Разом	75

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен;
- модульні тести;
- розрахунково-графічні роботи;
- захист практичних робіт.

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 екзамени та заліки у НУБіП України».

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Змістовний модуль 1. Закони й тенденції розвитку генерації та перетворення енергії, управління енергетичними процесами		

Лекція 1. Основні закони й тенденції розвитку генерації та перетворення енергії	Знати: природні ресурси і процеси, які можуть бути первинними джерелами енергії; основні закони генерації та перетворення енергії; визначення узагальнених категорій форми енергії; способи перетворення енергії; методи підвищення ефективності перетворення енергії; з якими викликами і проблемами стикається галузь перетворення енергії; відомі інновації у сфері відновлюваної енергетики.	-
Практична робота 1. Квазічастотне управління асинхронним електроприводом	Вміти аналізувати і застосовувати принципи формування квазісинусоїдальної напруги в асинхронних електроприводах	15
Самостійна робота 1. Індукційно-динамічні механізми	Знати схему і функціональні характеристики ударного генератора змінного струму на базі ядерного реактора. Вміти вести оптимізаційні розрахунки безконтактних електромагнітних та магнітних муфт.	5
Лекція 2 Закономірності електромеханічних перетворень.	Знати: основні положення концепції взаємозв'язку нерівноважної статистичної фізики та стохастичної термодинаміки в додатках до електромеханічних систем. Вміти обґрунтувати ієрархічний зв'язок рівнянь електромагнітного поля для різних типів електромеханічних перетворювачів енергії.	-
Практична робота 2. Ємнісні параметричні генератори та п'єзоелектричні приводи для переміщення валу з нанометровою точністю.	Вміти вести електромагнітні розрахунки ємнісних параметричних генераторів і п'єзоелектричних приводів	10
Самостійна робота 2. Явище резонансу крокового двигуна	Знати: методи і засоби визначення резонансу в системі «ротор - магнітне поле – статор», що розглядається як пружний маятник крокового двигуна та ефекту раптового падіння моменту на певних швидкостях.	10
Лекція 3. Розвиток концепції взаємозв'язку нерівноважної статистичної фізики та стохастичної термодинаміки в додатках до електромеханічних систем	Знати: ієрархічний зв'язок рівнянь електромагнітного поля для різних типів електромеханічних перетворювачів енергії; застосування лінійної нерівноважної термодинаміки до електромеханічних систем. Вміти вести математичний опис моделей роботи системи гідротермічної обробки сировини в якості	-

	лінеаризованої системи перетворення енергії	
Практична робота 3. Застосування електромеханічних перетворювачів в енергоощадних технологіях конверсії біомаси	Вміти визначати і аналізувати доцільність використання електромеханічних пристроїв в технологічних процесах піролізу, подрібнення, транспортування та гідролізу побічних продуктів і відходів.	20
Самостійна робота 3. Методи та пристрої для вилучення енергії з різних джерел у навколишньому середовищі.	Знати: принципи і методологію для вилучення енергії з навколишнього середовища з використанням електромагнітних і електромеханічних пристроїв: сонячні концентратори; вітрові турбіни; гідроелектростанції, геотермальні та морські хвильові електростанції; енергія припливів та відливів, енергія океанських хвиль з використанням структури триступеневої машини; конверсія біомаси шляхом спалювання або анаеробного травлення для виробництва тепла або електроенергії.	10
Модульна контрольна робота 1.		30
Всього за модулем 1		100
Змістовий модуль 2. Електротехнології конверсії біомаси та методи управління енергетичною дією на біологічні об'єкти з урахуванням економічних і екологічних аспектів		
Лекція 4 Управління енергетичними процесами взаємодії поліфункціональних перетворювачів з навантажувально-охолоджуючим середовищем	Знати: в яких перетворювачах енергії всі види дисипативної складової енергії використовуються в технологічному процесі; побудову математичної моделі для досліджень процесів руху, варіанти динамічних моделей сировинного матеріалу в шнековій зоні електромеханічного перетворювача; способи підвищення енергетичних показників поліфункціональних електромеханічних перетворювачів.	-
Практична робота 4. Внутрішня ємнісна компенсація реактивної потужності асинхронних двигунів	Ознайомитись з методами ємнісної компенсації реактивної складової споживаного струму і підвищення енергетичних показників поліфункціональних електромеханічних перетворювачів.	10
Самостійна робота 4. Методи зниження рівня впливу електромагнітного випромінювання на урбанізованих територіях	Ознайомитись з структурою і апаратним забезпеченням заходів для усунення електромагнітного випромінювання на урбанізованих територіях .	5
Лекція 5 Основні закономірності поглинання і перетворення оптичного випромінювання.	Знати: закон квантової еквівалентності Ейнштейна при дії фотонів світла на речовину; чим відрізняється енергія оптичного випромінювання від інших	-

	видів; основні енергетичні величини і одиниці вимірювання інфрачервоного опромінювання. Вміти аналізувати види фотобіологічної дії.	
Практична робота 5 Керування енергетичною дією оптичного випромінювання на біологічні об'єкти	Знати: спектри біологічної дії та їх відмінності, способи визначення ефективної дози поглинутого випромінювання; сутність термодинамічного коефіцієнту корисної дії оптичного випромінювання. Вміти визначати термодинамічний ККД для різних штучних джерел оптичного випромінювання.	15
Самостійна робота 5. Практичне застосування перетворення оптичного випромінювання.	Знати особливості фотосенсибілізації і фотохімічної реакції, сутність і приклади сучасного застосування фотокаталізу в діяльності людей.	10
Лекція 6 Теоретичне обґрунтування принципів керування енергетичною дією оптичного випромінювання на біологічні об'єкти	Знати термодинамічні аспекти та закономірності оптичних електротехнологій	—
Практична робота 6. Екологічний аспект використання двигунів класу енергоефективності IE5	Вміти експериментально досліджувати електродвигуни різних класів енергоефективності та визначати еквівалентну ефективність зниження викидів у навколишнє середовище.	10
Самостійна робота 6. Оптимізація вібро-шумових характеристик електромеханічних пристроїв	Знати методи моніторингу стану електромеханічних пристроїв: моніторинг вібрації для виявлення механічних дефектів у будь-якому обладнанні, що обертається; акустична емісія працюючого обладнання; метод термографії щодо виявлення термічних або механічних дефектів.	5
Лекція 7. Електротехнології конверсії біомаси, підготовки та спалювання паливних сумішей	Знати: які технології є основою енергетичної системи на шляху декарбонізації та досягнення цілей вуглецевої нейтральності; які енергетичні системи можуть бути взяті за основу самоциркулюючих екосистем, в яких відходи, що з'являються при виробництві сільськогосподарської продукції, повертаються у виробничий цикл; можливі підходи та методологічна основа (принципи і ознаки) досліджень для досягнення цілей вуглецевої нейтральності.	—

Практична робота 7. Польові розрахунки в програмному пакеті Comsol Multiphysics	Вміти вести польові розрахунки електромагнітних, гідродинамічних і теплових процесів в активних зонах ЕМП	10
Самостійна робота 7. Застосування модифікованого критерія наведених витрат при розробці електромеханічних пристроїв	Вміти вести розрахунки ефективності за модифікованим критерієм наведених витрат при розробці ЕМП	5
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	$(\text{Навчальна робота} + \text{екзамен}) \leq 100$	

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 дедайлнів 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)

9. Навчально-методичне забезпечення

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни;
- конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);
- навчальні посібники, практикуми;
- монографії.

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Закономірності енергетичних перетворень: навчальний посібник / М.М. Заблудський, Л.С. Червінський– К.: Видавництво «Компрінт», 2025. – 231с.

2. Заблодський М.М. Управління енергоефективністю електромеханічних перетворювачів енергії: навчальний посібник / М.М. Заблодський, Р.М. Чуєнко, О.В. Санченко. – К.: Видавництво «Компрінт», 2022. – 575 с
3. Zablodskiy M., Klendiy P., Shvorow S., Dudar O. Monograph: Methods and Means of Increasing the Efficiency of Biogas Installations. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2022- 205 pages. <https://lap-publishing.com/#>
4. Energy-efficient system of pneumatic transportation bulk materials: Monograph /Petro Klendiy, Mykola Zablodskiy, Galina Klendiy. - LAP LAMBERT Academic Publishing. – 2019. – 160 p. <https://www.morebooks.de/ru/search>
5. Zabldosky N.N. Application of quasi-frequency control in two-speed drives: Monograph/ N.N. Zabldosky, I.A. Tsodik, K.V. Hudobin.- LAP LAMBERT Academic Publishing. – 2017. – 238 p. ISBN: 978-620-2-07420-9 <https://www.morebooks.de/ru/search>
6. Заблодський М.М. Системи автоматизованого проектування електромеханічних пристроїв. Частина 2.: Навч. Посіб./ М.М.Заблодський, В.Є.Плюгін, Бур К.-Алчевськ: ДонДТУ, 2014.-279с.
7. Zablodskiy M.M., Pliuhin V.E., Kovalchuk S.I., Tietieriev V.O. Indirect field-oriented control of twin-screw electromechanical hydrolyzer. Electrical Engineering & Electromechanics, 2022, no. 1, pp. 3-11. doi: <https://doi.org/10.20998/2074-272X.2022.1.01>
8. Zablodskiy, M., Gritsyuk, V., Rudnev, Y., Brozhko, R. and Tymofieieva, O., 2020, April. Analysis of 3D eddy current distribution in a hollow rotor of an electromechanical converter. In 2020 IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO) (pp. 561-564). IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9088777>
9. Kovalchuk, S., Zablodskiy, N., Zhyltsov, A., Chuenko, R., & Gritsyuk, V. (2021). The numerical analysis of thermal processes in a twin-screw electromechanical hydrolyser for poultry by-products processing. Electrotechnic and Computer Systems, (34 (110)), 96-103. DOI: <https://doi.org/10.15276/eltecs.34.110.2021.10>
10. Spodoba, M., & Zablodskiy M. (2021). Dependence of energy consumptions on the type of mechanical mixer used in the biogas reactor. Electrical Engineering and Power Engineering, (1), 26–33. <http://ee.zntu.edu.ua/article/view/215666>
11. WEGSEE+ is the definitive solution for optimizing resources in energy efficiency projects :<https://www.weg.net/institutional/US/en/news/products-and-solutions/wegsee-is-the-definitive-solution-for-optimizing-resources-in-energy-efficiency-projects>
12. Gritsyuk, V., Nevliudov, I., Zablodskiy, M., & Subramanian, P. (2022). Estimation of eddy currents and power losses in the rotor of a screw electrothermomechanical converter for additive manufacturing. Machinery & Energetics, 13(2), 41-49. [https://doi.org/10.31548/machenergy.13\(2\).2022.41-49](https://doi.org/10.31548/machenergy.13(2).2022.41-49)
13. Патент України на винахід № 126120. МПК А23N 17/00 (2016.01). Система переробки побічних продуктів птахівництва у добриво, корм та паливо. /

Заблудський М.М., Марченко О. А., Голуб Г.А., Радько І.П., Наливайко В.А. /
Національний університет біоресурсів і природокористування України –
заявл. 15.07.2019 р., опубл. 17.08.2022, бюл. № 33.