

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

КАФЕДРА ІНЖЕНЕРІЇ ЕНЕРГОСИСТЕМ

ЗАТВЕРДЖЕНО
ННІ енергетики, автоматики
і енергозбереження
“19” червня 2026 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

“ФУНКЦІОНАЛЬНІ ІНТЕРМЕТАЛІДИ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ”

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

Спеціальність G3 – Електрична інженерія

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробники: професор, д.т.н. Каплун В.В., старший викладач Кругляк Г.В.

1. Опис навчальної дисципліни

Дисципліна «Функціональні інтерметаліди в електроенергетичних установках» вивчає властивості, класифікацію, методи отримання та застосування функціональних інтерметалідів — складних металевих сполук, що мають унікальні електрофізичні, магнітні та механічні властивості. Курс сфокусований на використанні цих матеріалів для підвищення ефективності, надійності та довговічності ключових компонентів електроенергетичних систем, від генераторів до мікроелектронних пристроїв.

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітній ступінь	Магістр	
Спеціальність	Електрична інженерія	
Освітня програма	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Нормативна (вибіркова)	
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 навчання		
	денна форма навчання (скорочений термін)	заочна форма навчання (скорочений термін)
Рік підготовки	2	
Семестр	3	
Лекційні заняття	10	
Практичні, семінарські заняття	20	
Лабораторні заняття	-	
Самостійна робота	90	
Курсовий проект	-	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних	3	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: надати магістрантам глибокі знання про функціональні інтерметаліди та їх роль у сучасній електроенергетиці. Сформувати навички аналізу, моделювання та розробки компонентів електроенергетичних установок з використанням цих матеріалів.

Завдання:

- Вивчити класифікацію та основні властивості інтерметалідів.
- Опанувати принципи роботи електроенергетичних пристроїв, що використовують ці матеріали.
- Навчитися моделювати та прогнозувати поведінку інтерметалідів в умовах експлуатації.

- Здобути навички аналізу та оптимізації характеристик компонентів електроенергетичних установок.
- Дослідити перспективні напрямки застосування інтерметалідів у майбутній енергетиці.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен:

Знати:

- Класифікацію та фізичні основи функціональних інтерметалідів.
- Основні властивості матеріалів та їх залежність від структури.
- Принципи роботи електротехнічних пристроїв, що використовують інтерметаліди.
- Методи отримання та дослідження властивостей матеріалів.
- Перспективні напрямки застосування інтерметалідів у майбутній енергетиці.

Вміти:

- Аналізувати та порівнювати властивості різних інтерметалідів.
- Моделювати поведінку матеріалів у різних умовах.
- Обирати оптимальні інтерметаліди для конкретних застосувань.
- Прогнозувати вплив матеріалу на характеристики електротехнічного пристрою.
- Використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для моделювання.

Мати навички:

- Роботи з базами даних матеріалів.
- Виконання розрахунків властивостей інтерметалідів.
- Використання програм для моделювання.
- Аналізу наукової та технічної літератури.
- Обґрунтування вибору матеріалів для технічних рішень.

Набуття компетентностей:

Інтегральна компетентність (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.

ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):

СК1. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науковотехнічних 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.

СК18. Здатність презентувати результати науководослідницької діяльності, готувати наукові публікації, брати участь у науковій дискусії на наукових конференціях, симпозиумах.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН12. Планувати та виконувати наукові дослідження та інноваційні проекти в сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

3. Програма та структура навчальної дисципліни

3.1. Повний термін навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усь ого	у тому числі					усь бо го	у тому числі				
		лек	пр.	лаб.	інд.	с.р.		лек	пр	лаб.	інд	с.р
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1.												
Тема 1. <u>Основи інтерметалідів.</u> Вступ до хімічної структури та властивостей інтерметалідів. Класифікація за типом кристалічної ґратки та функціональним призначенням (надпровідні, термо- та магніточутливі, високотемпературні).	24	2	4			18						
Тема 2. <u>Застосування в електрогенераторах та трансформаторах.</u> Роль інтерметалідів у підвищенні ефективності обмоток, феромагнітних осердь та ізоляційних матеріалів. Аналіз їхніх властивостей для зменшення втрат і підвищення надійності.	24	2	4			18						

Тема 3. <u>Використання в силовій електроніці.</u> Інтерметаліди як матеріали для контактів, корпусів та тепловідводів. Застосування в напівпровідникових пристроях для покращення їх характеристик, теплопровідності та стійкості до високих температур.	24	2	4			18							
Разом за змістовим модулем 1	72	6	12			54							
Змістовий модуль 2.													
Тема 4. <u>Термоелектричні та надпровідні інтерметаліди.</u> Вивчення властивостей інтерметалідів, що використовуються для прямого перетворення тепла в електрику (ефект Зеебека) та для передачі енергії без втрат.	24	2	4			18							
Тема 5. Методи дослідження та отримання. Огляд сучасних методів синтезу інтерметалідів. Розгляд експериментальних методів вимірювання їхніх властивостей: магнітних, електричних та механічних.	24	2	4			18							
Разом за змістовим модулем 2	48	4	8			36							
Усього	120	10	20			90							

4. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1.	<u>Аналіз структури інтерметалідів.</u> Вивчення кристалічної ґратки інтерметалідів за допомогою програм для моделювання, таких як VESTA або CrystalMaker.	4
2.	<u>Моделювання магнітних властивостей.</u> Симуляція поведінки інтерметалідів у магнітних полях. Аналіз петель гістерезису та магнітної проникності.	4
3.	<u>Дослідження теплових властивостей.</u> Розрахунок теплопровідності та питомої теплоємності інтерметалідів. Моделювання процесів тепловідведення.	4
4.	<u>Аналіз провідності.</u> Вимірювання електричного опору інтерметалідів при різних температурах та моделювання їхньої провідності.	4
5.	<u>Моделювання термоелектричного генератора.</u> Побудова моделі термоелектричного генератора на базі інтерметалідів у Simulink та дослідження його ефективності.	4

5. Теми самостійної роботи

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1.	<u>Інтерметаліди в турбінах.</u> Дослідження використання інтерметалідів в високотемпературних компонентах газових та парових турбін для підвищення ККД.	9
2.	<u>Магнітокалоричний ефект.</u> Вивчення застосування інтерметалідів з магнітокалоричним ефектом для систем охолодження.	9
3.	<u>Меморіальні сплави.</u> Аналіз застосування сплавів з пам'яттю форми, що базуються на інтерметалідах, у конструкціях комутаційних апаратів.	9
4.	<u>Використання у сонячних панелях.</u> Дослідження ролі інтерметалідів як поглинаючих шарів у фотоелектричних елементах.	9
5.	<u>Воднева енергетика.</u> Аналіз застосування інтерметалідів як накопичувачів водню для паливних елементів.	9
6.	<u>Роль у мікросхемах.</u> Вивчення використання інтерметалідів у мікроелектронних пристроях для підвищення їх швидкодії.	9
7.	<u>Надпровідники.</u> Аналіз сучасних досліджень високотемпературних надпровідників на основі інтерметалідів.	9
8.	<u>Оптимізація властивостей.</u> Дослідження методів легування та термічної обробки для покращення властивостей інтерметалідів.	9
9.	<u>Імпортозаміщення.</u> Аналіз можливостей заміщення традиційних матеріалів у вітчизняних електроустановках на інтерметаліди.	9
10.	<u>Екологічні аспекти.</u> Дослідження екологічного впливу виробництва та утилізації інтерметалідів.	9

6. Засоби діагностики результатів навчання

- екзамен;
- модульні тести;
- реферати;
- захист лабораторних та самостійних робіт;

7. Методи навчання

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

За джерелами знань використовуються такі методи навчання:

- словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда тощо);
- практичний метод (лабораторні заняття);

- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування, рецензування, складання реферату);
- відеометод (дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані тощо);
- самостійна робота (виконання завдань);
- інші види.

8. Методи оцінювання

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»

8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна та результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

8.3. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перекладання:	Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перекладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин .
Політика щодо академічної доброчесності:	Списування під час модульних атестацій та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Самостійні роботи 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 ННІ)

9. Методичне забезпечення

1. Електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn);
2. Конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);
3. Підручники, навчальні посібники, практикуми;
4. Методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти.

1. Рекомендована література

Україномовні джерела:

1. Третьяченко Л. О. Інтерметалідні сполуки та сплави.
2. Гнатуш В. А. Матеріалознавство в електроенергетиці.
3. Кулешов М. А. Нові матеріали в електротехніці.
4. Коваленко В. В. Електротехнічні матеріали.

5. Мельничук С. В. Фізичні основи електроніки.
6. Іванов П. Р. Теорія металевих сплавів.
7. Клименко А. М. Магнітні матеріали.
8. Дехтяр В. Г. Провідникові матеріали.
9. Саєнко С. В. Надпровідність та її застосування.
10. Жуков В. В. Композитні матеріали в енергетиці.

Англомовні джерела:

1. Momoh J.A. Smart Grid: Fundamentals of Design and Analysis.
2. Bhattacharyya S.C. Smart Grid: Technology and Management.
3. Erol-Kantarci M. Internet of Things and Machine Learning for Smart Grids.
4. Bayindir R. Hybrid Power Systems.
5. Li F. An Introduction to Smart Grid and Its Components.
6. Wang F. Smart Grid Technology.
7. Zhong J. Smart Grid Cybersecurity.
8. Sankaran C. Hybrid Renewable Energy Systems.
9. Fink C. Smart Grid: Applications, Networks, Communications.
10. Farhangi H. The Path of the Smart Grid.

Стандарти:

1. ДСТУ 2267-93 Вироби електротехнічні. Терміни та визначення
2. ДСТУ ІЕС 60050-161-2003 Словник електротехнічних термінів. Глава 161. Електромагнітна сумісність (ІЕС 60050-161:1990, IDT)
3. ДСТУ ІЕС 60050-300-312:2006 Електротехнічний словник термінів. Електричні та електронні вимірювання і засоби вимірювальної техніки. Частина 312. Загальні терміни щодо електричного вимірювання (ІЕС 60050-300:2001, IDT)
4. ДСТУ ІЕС 60050-300-313:2006 Електротехнічний словник термінів. Електричні та електронні вимірювання і засоби вимірювальної техніки. Частина 313. Типи електричних засобів вимірювальної техніки (ІЕС 60050-300:2001, IDT)
5. ДСТУ ІЕС 60331-12:2007 Випробування електричних кабелів вогнем. Цілісність кіл. Частина 12. Устаткування для випробування за температури полум'я не менш ніж 830° С і механічного удару (ІЕС 60331-12:2002, IDT)
6. ДСТУ ІЕС 60331-25:2007 Випробування електричних кабелів вогнем. Цілісність кіл. Частина 25. Методика випробування. Волоконно-оптичні кабелі (ІЕС 60331-25:1999, IDT)
7. ДСТУ 2225-95 (ГОСТ 30421-96) Вимірювачі електричної ємності активного опору та тангенсу кута втрат високовольтні. Загальні технічні умови.
8. ДСТУ 2718-94 (ГОСТ 30217-94) Міри індуктивності, взаємної індуктивності і комплексної взаємної індуктивності. Загальні технічні умови
9. ДСТУ 2816-94 Матеріали магнітні. Методи визначення статичних магнітних характеристик зразків магніто-твердих матеріалів
10. ДСТУ ІЕС 60477-2001 Резистори постійного струму лабораторні (ІЕС 60477:1974)
11. ДСТУ ІЕС 60477-2-2001 Резистори лабораторні. Частина 2. Резистори змінного струму лабораторні (ІЕС 60477-2:1979, IDT)

12. ДСТУ ІЕС 60564:2004 Мости постійного струму для вимірювання опору (ІЕС 60564:1977, IDT)

Інформаційні ресурси

1. Міністерство освіти і науки України – <https://mon.gov.ua> Офіційний сайт, що містить нормативні документи, накази, стандарти освіти.
2. Наукова електронна бібліотека України (НаУКМА, НБУВ, ELib) – <https://www.nbu.gov.ua> Доступ до наукових публікацій, дисертацій, монографій у галузі енергетики.
3. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України – <https://saee.gov.ua> Актуальна інформація щодо енергозбереження, програм підвищення енергоефективності.
4. Портал відкритих даних України (Є-data) – <https://data.gov.ua> Відкриті ресурси щодо енергоспоживання, звітів підприємств, бюджетних даних.
5. Національна енергетична компанія «Укренерго» – <https://ua.energy> Статистична інформація щодо виробництва та споживання електроенергії в Україні.
6. Офіційний вебсайт НУБіП України – <https://nubip.edu.ua> Матеріали, методичні рекомендації, програми практик, звіти.
7. Scopus – <https://www.scopus.com> Бібліографічна та реферативна база даних для пошуку наукових джерел.
8. IEEE Xplore Digital Library – <https://ieeexplore.ieee.org> Повнотекстові публікації з електротехніки, енергетики, автоматизації.
9. Google Scholar – <https://scholar.google.com> Пошукова система для наукових джерел, статей, звітів, технічної документації.
10. Open Access Repository KPI – <https://ela.kpi.ua> Доступ до матеріалів конференцій, статей, курсових і дипломних робіт з енергетики.
11. <https://energy.kpi.ua> – Науковий журнал «Енергетика: економіка, технології, екологія».
12. <https://lib.nubip.edu.ua> – електронна бібліотека НУБіП України.