

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра фізики металів

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана
з навчальної роботи
Оксана МОМОТ
«19» лютого 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Композиційні матеріали

для студентів

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	104 Фізика та астрономія
освітній рівень	Бакалавр
освітня програма	Фізика
спеціалізований вибіркового блок	Фізика металів
вид дисципліни	Вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2025/2026
Семестр	восьмий
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі: доцент Плющай Інна Вячеславівна

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)
на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)
на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2025

Розробники: Плющай Інна Вячеславівна, канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри фізики металів

(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри фізики металів


(підпис)

(Василь КУРИЛЮК)

Протокол № 12 від «22» травня 2025 р.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

Протокол від «23» червня 2025 року № 11

Голова науково-методичної комісії


(підпис)

(Олег ОЛІХ)

ВСТУП

1. Мета дисципліни полягає у ознайомленні студента з особливостями фізичних, фізико-хімічних та механічних характеристик композиційних матеріалів на основі металів, полімерів та керамік, способами їх одержання, дослідження та можливостями використання.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Успішне опанування курсів загальної фізики таких як “Молекулярна фізика”, “Електрика і магнетизм” та спецкурсів «Фізичне матеріалознавство», «Основи міцності та пластичності».

3. Анотація навчальної дисципліни / референс:

В рамках курсу «Композиційні матеріали» розширюються знання студентів в напрямку фізики конденсованого стану. Основна увага приділяється особливостям методів створення та дослідження композицій різних фаз, що мають істотні відмінності механічних та фізичних характеристик, взаємодії цих фаз як під час виготовлення, так і під час формування відгуку матеріалу зміну зовнішніх умов (прикладання механічного навантаження, електромагнітного поля та ін.). Істотною частиною курсу є як класична, так і сучасна наукова інформація щодо зв'язку між структурою композиційного матеріалу та його фізико-механічними характеристиками. Навчальна задача дисципліни – ознайомлення студентів з особливостями фізичних, фізико-хімічних та механічних властивостей гетерофазних матеріалів на основі металів, керамік та полімерів, способами їх одержання, дослідження та можливостями використання. Фундаментальні закони та поняття, отримані під час вивчення цієї дисципліни, широко використовуються у фізиці конденсованого стану та матеріалознавстві, є необхідними для вільного ознайомлення з науковою літературою та подальшої підготовки спеціалістів освітнього ступеню “Магістр”.

4. Завдання (навчальні цілі) – засвоєння сучасної наукової інформації щодо методів отримання, експериментального дослідження та теоретичного опису будови та властивостей композиційних матеріалів різного типу та структури, розуміння механізмів впливу характеристик окремих складових матеріалу та його структури на фізико-механічні характеристики.

Згідно вимог Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОПП "Фізика", спеціалізований вибіркового блоку «Фізика металів»), дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних компетентностей:

Інтегральної:

- Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальних:

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

Спеціальних (фахових, предметних):

- ФК1. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.
- ФК2. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.
- ФК7. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.

5. Результати навчання за дисципліною: (описуються з детальною достовірністю для розробки

заходів оцінювання)

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Методи викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Знати класифікацію композиційних матеріалів, основні типи структур (волокнисті, шаруваті, зернисті, матричні, каркасні) та принципи побудови композицій з наперед заданими властивостями; знати фізичні основи правила сумішей, методики первинної оцінки ефективних фізико-механічних та електрофізичних характеристик композиційних матеріалів різного типу.	Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота	Модульна контрольна робота, захист лабораторних робіт, іспит	20
1.2	Знати особливості структури та фізико-механічних властивостей композиційних матеріалів із металічною, керамічною та полімерною матрицею та чинники, що визначають їх експлуатаційні характеристики; знати основні механізми формування міцності, тріщиностійкості, повзучості та електроопору в гетерофазних композиційних системах різних класів.	Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота	Модульна контрольна робота, захист лабораторних робіт, іспит	20
2.1	Вміти теоретично прогнозувати та експериментально досліджувати структурні та фазові характеристики металічних, метало-керамічних та полімерних композитів, одержаних різними методами.	Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота	Захист лабораторних робіт, модульні контрольні роботи, іспит	20
2.2	Вміти оцінювати фізико-механічні характеристики (міцність, модуль Юнга, твердість тощо) композиційних матеріалів різного типу з використанням правила сумішей та відповідних моделей.	Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота	Захист лабораторних робіт, модульні контрольні роботи, іспит	10
2.3	Вміти аналізувати вплив структурних параметрів (об'ємні частки фаз, розмір і форма включень, текстура, дефектність) на фізичні та механічні властивості композиційних матеріалів.	Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота	Захист лабораторних робіт, іспит	10
2.4	Вміти підбирати та обґрунтовувати методи отримання та дослідження композиційних матеріалів для розв'язання конкретних прикладних задач фізики конденсованого стану та матеріалознавства.	Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота	Захист лабораторних робіт, іспит	10
3.1	Демонструвати вміння обговорювати в діалоговому режимі з колегами результати експериментів та розрахунків для композиційних матеріалів, аргументовано відстоювати обрані моделі й підходи.	Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота	Захист лабораторних робіт	5
3.2	Письмово відображати та презентувати результати власних розрахунків і	Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота	Оформлення та захист звітів з	5

лабораторних досліджень композиційних матеріалів українською мовою з дотриманням наукового стилю.	робота	лабораторних робіт, іспит	
---	--------	---------------------------	--

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін)

Результати навчання	1.1	1.2	2.1	2.2	2.2	2.3	3.1	3.2
дисципліни Програмні результати навчання								
ПРН1. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних 8 фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та астрономії.	+	+					+	+
ПРН5. Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії.	+	+					+	+
ПРН8. Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшукувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань.			+	+	+	+	+	+
ПРН9. Мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики або астрономії, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи.			+	+	+	+	+	+
ПРН10. Вміти планувати дослідження, обирати оптимальні методи та засоби досягнення мети дослідження, знаходити шляхи розв'язання наукових завдань та вдосконалення застосованих методів.			+	+	+	+		

3. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1: РН 1.1, 3.2- 10 балів / 6 балів
2. Захист звітів лабораторних робіт 1: РН 2.1-2.4, 3.2 - 10 балів / 6 балів
3. Модульна контрольна робота 2: РН 1.2, 3.2 - 10 балів / 6 балів
4. Захист звітів лабораторних робіт 2: РН 2.1-2.4, 3.2 - 10 балів / 6 балів

- підсумкове оцінювання: у формі іспиту

Підсумкова оцінка з освітнього компонента в цілому, підсумковою формою контролю за яким встановлено іспит, визначається як сума оцінок (балів) за всіма успішно оціненими результатами навчання під час семестру (оцінки нижче мінімального порогового рівня до підсумкової оцінки не додаються) та оцінки, отриманої під час іспиту.

Формою проведення іспиту є написання письмової роботи з подальшою усною співбесідою. Результатами навчання, які оцінюються на іспиті, є РН 1.1-3.2.

Максимальна кількість балів, яка може бути отримати здобувачем освіти під час іспиту, становить 60 балів за 100 бальною шкалою.

Перескладання семестрового контролю з метою покращення позитивної оцінки не допускається.

- умови допуску до підсумкового іспиту:

Обов'язковою умовою допуску до іспиту є відпрацювання всіх лабораторних робіт та написання модульних контрольних робіт. Здобувач освіти не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше, ніж 24 балів.

7.2. Організація оцінювання:

Модульні контрольні роботи проводяться по завершенні тематичних лекцій з Розділів 1-2 відповідно. Захист звітів лабораторних робіт проводиться упродовж семестру.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8.СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ, СЕМІНАРСЬКИХ І ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин			
		лекції	семінари	лабораторні	Самостійна робота
Розділ 1. Структура та фізико-механічні характеристики КМ різного типу					
1	Тема 1. Лекція 1. Вступ. Класифікація композиційних матеріалів. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Проаналізувати основні відмінності між волокнистими та шаруватими композитами з точки зору максимізації механічних характеристик та можливих областей застосування.	2			5
2	Тема 2. Лекція 2. Методика первинної оцінки характеристик композиційного матеріалу. Правило сумішей. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Оцінити межі міцності композиційного матеріалу, що складається з титану та дибориду титану в співвідношенні 1:1.	2			5
3	Тема 3. Лекція 3. Типи волокнистих КМ. Правила підбору матеріалів для матриці та волокон. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Оцінка електроопору волокнистих композитів різного типу.	2			5
4	Тема 3. Лекція 4. Шаруваті КМ. Переваги та недоліки металічних, керамічних та полімерних шарів КМ. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Класифікація кінетичних моделей топохімічних реакцій.	2			5
5	Тема 3. Лекція 5. Структурні особливості зернистих КМ. Матричні та каркасні структури. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Особливості електроопору зернистих композитів, що складаються з провідної та діелектричної фаз.	2			5
6	Тема 4. Лекція 6. Особливості фізико-механічних властивостей КМ із металічною матрицею. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Вплив структури на електроопір КМ з металічною матрицею.	2			5
7	Тема 4. Лекція 7. Особливості фізико-механічних та функціональних характеристик КМ із керамічною матрицею. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Вплив структури на модуль Юнга КМ із керамічною матрицею.	2			5
8	Тема 4. Лекція 8. Особливості фізико-механічних та електричних властивостей КМ із полімерною матрицею. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Підготовка до модульної контрольної роботи.	2		4	6
9	Тема 5. Лекція 9. Переваги та недоліки композиційних матеріалів в залежності від типу структури та переважаючої (матричної) фази. Модульна контрольна робота 1 с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.	2		2	7
Розділ 2. Методи синтезу та дослідження композиційних матеріалів					
10	Тема 6. Лекція 10. Методи створення керамічних КМ. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Переваги та недоліки реакційного синтезу керамічних КМ.	2			5

11	Тема 6. Лекція 11. Методи виготовлення КМ із металічною матрицею. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Структурні особливості евтектичних КМ.	2			5
12	Тема 6. Лекція 12. Методи створення КМ із полімерною матрицею. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Перколяція та її вплив на електричні характеристики полімерних КМ.	2			5
13	Тема 7. Лекція 13. Методи дослідження структурних характеристик КМ. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Оцінка роздільної здатності мікроскопів різного типу.	2		4	5
14	Тема 8. Лекція 14. Методи дослідження механічних характеристик КМ. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Переваги та недоліки визначення тріщиностійкості методом індентування.	2			5
15	Тема 8. Лекція 15. Методи дослідження електрофізичних характеристик КМ. Модульна контрольна робота №2. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.	2			7
	ВСЬОГО	30		10	80

Загальний обсяг 120 год., в тому числі:

Лекцій – **30 год.**

Семінари – **0 год.**

Практичні заняття – **0 год.**

Лабораторні заняття – **10 год.**

Тренінги – **0 год.**

Консультації – **0 год.**

Самостійна робота – **80 год.**

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

Основна: (Базова)

1. Василь Копань. Композиційні матеріали. – К.: Пульсари, 2004. – 200 с.
2. Р. В. Вовк, Е. С. Геворкян, В. П. Нерубацький та ін. Нові керамічні композиційні матеріали інструментального призначення. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2018. – 200 с.
3. Barbero E.J. Composite Materials: Design and Applications. – Boca Raton: CRC Press, 2018. – 564 p.
4. Jones R.M. Mechanics of Composite Materials. – Boca Raton: CRC Press, 1999. – 538 p.
5. Sharma S. Composite Materials: Mechanics, Manufacturing and Modeling. – Boca Raton: CRC Press, 2021. – 450 p.
6. Chawla K.K. Composite Materials: Science and Engineering. – New York: Springer, 2012. – 550 p.
7. Tjong S.C. Metal Matrix Composites: Properties and Applications. – Boca Raton: CRC Press, 2022. – 360 p.
8. Сувак Н.М., Ковальчук О.І. Нові матеріали та композити: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 161 с.
9. Композиційні матеріали: конспект лекцій. / Національна металургійна академія України. – Дніпро: НМетАУ, 131 с.
10. Савчук П.П., Кашицький В.П., Мельничук М.Д., Садова О.Л. Композитні та полімерні матеріали: навчальний посібник. – Луцьк: Луцький національний технічний університет, 2020. – 359 с.

Додаткова:

1. O. Popov, V. Vishnyakov, S. Chornobuk, I. Totsky, I. Plyushchay. Mechanisms of TiB₂ and graphite nucleation during TiC-B₄C high temperature interaction // Ceramics International Vol. 45, #14 (2019) 16740-16747.
2. 3.11 Mechanics of Materials – Introduction to Composites. MIT OpenCourseWare. https://ocw.mit.edu/courses/3-11-mechanics-of-materials-fall-1999/resources/mit3_11f99_composites/
3. 3.054 Cellular Solids: Structure, Properties and Applications. MIT OpenCourseWare. <https://ocw.mit.edu/courses/3-054-cellular-solids-structure-properties-and-applications-spring-2015/>
4. Materials Science and Engineering – MIT OpenCourseWare (загальні курси з матеріалознавства, включно з темами по композитах). <https://ocw.mit.edu/courses/materials-science-and-engineering/>
5. 3.042 Materials Project Laboratory (проекти з композитів, зокрема metal matrix composites, carbon composite brakes). <https://ocw.mit.edu/courses/3-042-materials-project-laboratory-spring-2008/pages/projects/>