

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА  
ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



Заступник декана  
з навчальної роботи

Наталія УСЕНКО

« 08 » 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ФУНКЦІОНАЛЬНІ НАНОМАТЕРІАЛИ ТА КОМПОЗИТИ  
для здобувачів освіти

галузь знань	Галузь знань Е «Природничі науки, математика та статистика»
спеціальність	ЕЗ Хімія
освітній рівень	магістр
освітня програма	Хімія
вид дисципліни	обов'язкова компонента

Форма навчання	заочна
Навчальний рік	2025/2026
Семестр	<u>1</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>3</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі: д.х.н., проф. Тереміленко К.В.

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.  
на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

КИЇВ - 2025

Розробники:

ТЕРЕБІЛЕНКО Катерина Володимирівна, д.х.н, проф.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри неорганічної хімії

 Ростислав ЛАМПЕКА

Протокол № 9 від « 1 » 04 2025 р.

Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету

Протокол від « 7 » 05 2025 року № 9

Голова науково-методичної комісії  Олександр ПОЇК

« 7 » 05 2025 року

**1. Мета дисципліни** – ознайомлення з основними теоретичними засадами, закономірностями та практичними аспектами створення та використання наноматеріалів у різних галузях науки та хімічних технологіях; забезпечити знання основ та законів хімічних нанотехнологій, сучасної термінології у цій галузі, методів синтезу наноструктурованих матеріалів, особливостями їх дослідження, виробництва та використання, показати роль та місце наноматеріалів та нанотехнологій у сучасній системі хімічних знань та інших природничих наук.

**.2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

1. Знати основні поняття неорганічної хімії, органічної хімії, хімії та фізичної хімії високомолекулярних сполук.
2. Знання англійської мови на рівні B2.

**3. Анотація навчальної дисципліни:** навчальна дисципліна сприяє формуванню цілісної системи знань стосовно розробки та застосування наноматеріалів та нанокompозитів; розширення традиційних уявлень про фізико-хімічну картину світу на прикладі наносистем функціонального призначення; ознайомлення з основними закономірностями та практичними аспектами синтезу, дослідження та використання наноматеріалів у хімічних технологіях; розкрити основні аспекти застосування наносистем в новітній технологічних розробках функціоналізованих матеріалів.

**4. Завдання (навчальні цілі):**

- Ознайомлення студентів з ознайомлення з концепцією пошуку та одержання функціональних наноматеріалів та композитів на їх основі, і її структурою, основна деталізація курсу спрямована на проблеми матеріалознавчого характеру, а саме, використання різних матеріалів для отримання, зберігання водню, його споживання в паливних елементах для отримання енергії, основний акцент зроблено на використання матеріалів у нанорозмірному стані

- Навчити студентів самостійно прогнозувати можливість формування цільових властивостей, виходячи зі знань будови і структурних особливостей сполук як сорбентів водню. Показати єдність методологічних підходів, що використовуються сучасною наукою, для опису і аналізу транспортних властивостей водню при хімічній та фізичній сорбції. Сформуванню основних уявлень про принципи роботи різних паливних елементів.

- Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти України (другий (магістерський) рівень вищої освіти (сьомий рівень НРК України), галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 102 «Хімія») дисципліна забезпечує набуття студентами таких *компетентностей*:

*інтегральної:*

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі хімії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

*Загальних: ЗК4,510б 14Фк 2,3,6*

ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК 5. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

ЗК. 10. Здатність спілкуватися англійською та (за можливості) іншою іноземною мовою, як усно, так і письмово

ЗК 14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел.

*Фахових:*

ФК2. Здатність будувати адекватні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, в тому числі з використанням методів молекулярного, математичного і комп'ютерного моделювання.

ФК 3. Здатність організувати, планувати та реалізувати хімічний експеримент.

ФК 6. Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними.

## 5. Результати навчання за дисципліною:

Результати навчання (1 – знати; 2 – вміти; 3 – комунікація)	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
1.1 Знати та розуміти класифікацію наноматеріалів за призначенням, складом та функцією.	Лекція, самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Контрольна робота (тестове завдання, дистанційно); перевірка завдань самостійної роботи.	10
1.2. Знати основні методи одержання та дослідження наноматеріалів.	Лекція, самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Контрольна робота (тестове завдання дистанційно); оцінювання літературного пошуку; перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату.	20
1.3. Знати та розуміти шляхи комерціалізації наноматеріалів	Лекція, самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Контрольна робота (питання з відкритими відповідями); усна доповідь з презентацією; оцінювання літературного пошуку.	15
1.4. Знати теоретичні основи процесів одержання аерогелів, матеріалів з плазмонним та екситонним резонансом.	Лекція, самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Контрольна робота (питання з відкритими відповідями);	15
2.1. Вміти здійснювати літературних пошук по стану впровадження та дослідження відомих наноматеріалів по наукометричним та патентним базам, проводити критичний аналіз отриманих даних, презентувати результати свого дослідження.	Практичні заняття.	Захист кейсу; перевірка завдань самостійної роботи.	15
2.2. Вміти використовувати набуті знання для розрахунків, самостійно підбирати методи дослідження для певного класу наноматеріалів.	Практичні заняття.	Захист кейсу; перевірка завдань самостійної роботи.	15
3.1. Здатність обговорювати з викладачем та колегами отримані дані.	Практичні заняття.	Захист кейсу.	10

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	1	1	1	2	2	3	4
Програмні результати навчання	1	2	3	1	2	1	1
ПРН7. Вільно спілкуватися англійською та (за можливості) іншою іноземною мовою з професійних питань, усно і письмово презентувати результати досліджень з хімії іноземною мовою, брати участь в обговоренні проблем хімії.	+	+		+	+	+	
ПРН9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.			+	+			+
ПРН12. Оцінювати ризики у професійній діяльності та здійснювати запобіжні дії.				+	+		

## 7. Схема формування оцінки

### 7.1. Форми оцінювання студентів:

#### Семестрове оцінювання:

Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом: **60 балів /36 балів**, а саме:

#### - семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 (дистанційно) – РН 1.1- 1.2 – 15 балів/9 балів.
2. Модульна контрольна робота 2 (дистанційно) – РН 1.3- 1.4 – 15 балів/9 балів.
2. Літературний пошук – РН 2.1, 3.1; 4.1 – 15 балів/12 балів
3. Захист кейс-завдання – РН 1.3 – РН 1.4 – 15 балів/12 балів

#### - підсумкове оцінювання: у формі іспиту

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

Форма проведення іспиту - письмово-усна, вид письмових завдань – комбіновані тестові та відкриті питання. Результатами навчання, які оцінюються під час проведення іспиту, є РН 1.1-1.4. Максимальна кількість балів, яка може бути отримати здобувачем освіти під час іспиту, становить 40 балів за 100 бальною шкалою. Здобувач освіти не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше ніж 36 балів.

Перескладання семестрового контролю з метою покращення позитивної оцінки не допускається.

#### - умови допуску до підсумкового іспиту:

Обов'язковою умовою допуску до іспиту є написання двох модульних контрольних робіт, захист кейсового завдання та підготовка літературного пошуку. Здобувач освіти не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше ніж 36 балів.

### 7.2. Організація оцінювання:

Терміни проведення оцінювання:

Модульні контрольні роботи 1 і 2 проводяться дистанційно. Літературний пошук передбачає, що студенти мають провести аналіз літератури на унікальність методики, визначити переваги,

недоліки наведеної методики, запропонувати методи підтвердження складу, властивостей обраного матеріалу та захистити узагальнений матеріал.

### 7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень / Marks
<b>Відмінно</b> / Excellent	90-100
<b>Добре</b> / Good	75-89
<b>Задовільно</b> / Satisfactory	60-74
<b>Незадовільно</b> / Fail	0-59

## 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	Самостійна робота
<i>«Методи одержання та характеристики наноматеріалів»</i>				
1	<b>Самостійна робота</b> Класифікація наноматеріалів та композитів. Сучасна парадигма створення новітніх технологій на основі наноструктурованих та композитних матеріалів. Classification of Nanomaterials and Composites. The Modern Paradigm of Developing Advanced Technologies Based on Nanostructured and Composite Materials			8
2	<b>Самостійна робота.</b> Самозбірка та самоорганізація наноструктур. Класифікація методів одержання наносистем. Диспергаційні методи Self-Assembly and Self-Organization of Nanostructures. Classification of Nanosystem Fabrication Methods. Dispersion Techniques.			8
3	<b>Самостійна робота.</b> Морфологія наноструктур. Особливості синтезу 0D, 1D та 2D наносистем. Методи фракціонування наносистем Morphology of Nanostructures. Specific Features of the Synthesis of 0D, 1D, and 2D Nanosystems. Methods of Nanosystem Fractionation.			16
4	<b>Лекція.</b> Синтез наносистем з емульсій: перспективи та виклики. Synthesis of Nanosystems from Emulsions: Prospects and Challenges	2		8
<i>"Сучасні наноматеріали в науці та техніці"</i>				
5	<b>Лекція.</b> Розмірні ефекти в нанотехнологіях: принципи застосування в низькорозмірних напівпровідникових матеріалах, дизайні нанокаталізаторів. Size Effects in Nanotechnologies: Principles of Application in Low-Dimensional Semiconductor Materials and the Design of Nanocatalysts	2		4
6	<b>Самостійна робота.</b> Аерогелі на основі оксидних, вуглецевих та металічних наносистем. Aerogels Based on Oxide, Carbon, and Metallic Nanosystems			8
7	<b>Самостійна робота.</b> Токсичність наноматеріалів: історія та сучасність. Toxicity of Nanomaterials: Historical Background and Current Perspectives			16
8	<b>Самостійна робота.</b> Екситонний та плазмонний резонанс. Excitonic and Plasmonic Resonance			16
9	<b>Практична робота:</b> Синтез наночасточок гідроскиапатиту, модифікованих йонами купруму(II)	4	2	84

Загальний обсяг **90 год**, в тому числі:

Лекції – 4 год.

Практичні – 2 год.

Консультації – 0 год.

Самостійна робота – **84 год**.

### 9. Рекомендовані джерела

#### Основні:

1. К.В. Тереміленко, І.О. Гуральський. Хімія функціональних матеріалів: К: Ліра – К, 2021, 110 с.
2. Kang, J., Yang, X., Hu, Q., Cai, Z., Liu, L. M., & Guo, L. (2023). Recent progress of amorphous nanomaterials. *Chemical Reviews*, 123(13), 8859-8941.

3. Yun, Q., Ge, Y., Shi, Z., Liu, J., Wang, X., Zhang, A., ... & Zhang, H. (2023). Recent progress on phase engineering of nanomaterials. *Chemical Reviews*, 123(23), 13489-13692.
4. Нанохімія і наноматеріали [Електронний ресурс] : підручник для здобувачів ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія» / Уклад: Т. А. Донцова, М. І. Літинська, Ю. М. Феденко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,82 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 170 с.
5. «Перспективні наноматеріали» для бакалаврів, магістрів, аспірантів PhD спеціальності 132 Матеріалознавство, галузі знань 13 Механічна інженерія: Навчальний посібник / Н.Є. Калініна, Т.В. Носова, С.І. Мамчур. – Д.: ДНУ ім. О.Гончара, 2022
6. Наноматеріали і нанотехнології в електроніці : підручник / І. Ю. Проценко, Н. І. Шумакова. – 2-ге вид., допов. – Суми : Сумський державний університет, 2024. – 169 с

#### **Додаткові:**

1. Wongkaew, N., Simsek, M., Griesche, C., & Baeumner, A. J. (2018). Functional nanomaterials and nanostructures enhancing electrochemical biosensors and lab-on-a-chip performances: recent progress, applications, and future perspective. *Chemical reviews*, 119(1), 120-194.
2. Chen, Y., Fan, Z., Zhang, Z., Niu, W., Li, C., Yang, N., ... & Zhang, H. (2018). Two-dimensional metal nanomaterials: synthesis, properties, and applications. *Chemical reviews*, 118(13), 6409-6455.
3. Войтович І. Д. Плазмонний резонанс. Досягнення і перспективи / І. Д. Войтович, І. О. Яворський, Б. О. Грабовський // Науково-технічна інформація. - 2014. - № 2. - С. 37-46. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/NTI\\_2014\\_2\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/NTI_2014_2_8)
4. Проценко І. Ю., Наноматеріали і нанотехнології в електроніці. – Суми : Сумський державний університет, 2017 – 155 с.
5. Наноматеріали і нанотехнології: навчальний посібник / Азаренков М. О., Неклюдов І. М., Береснев В. М., Воєводін В. М., Погребняк О. Д., Ковтун Г. П., Соболь О. В., Удовицький В. Г., Литовченко С. В., Турбін П. В., Чишкала В. О. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2014. – 316 с
6. Baig N., Kammakakam I., Falath W. Nanomaterials: A review of synthesis methods, properties, recent progress, and challenges //Materials Advances. – 2021. – Vol. 2. – №. 6. – P. 1821-1871.
7. Kolahalam L. A. et al. Review on nanomaterials: Synthesis and applications //Materials Today: Proceedings. – 2019. – Vol. 18. – P. 2182-2190.
8. Pierre A. C., Rajonk G. M. Chemistry of aerogels and their applications //Chemical Reviews. – 2002. – Vol. 102. – №. 11. – P. 4243-4266.
9. Локальні методи досліджень [Електронний ресурс]: підручник для студентів спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» / Загородній В.В.; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 6.40 Мбайт) – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019, 323 с
10. Sharifi, S., Behzadi, S., Laurent, S., Forrest, M. L., Stroeve, P., & Mahmoudi, M. (2012). Toxicity of nanomaterials. *Chemical Society Reviews*, 41(6), 2323-2343.
11. НАНОМАТЕРІАЛИ, НАНОТЕХНОЛОГІЇ, НАНОПРИСТРОЇ/ Боровий М.О., Куницький Ю.А., Каленик О.О., Овсієнко І.В., Цареградська Т.Л. – Київ: «Інтерсервіс», 2015. – 350 с.