

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра неорганічної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



Заступник декана
з навчальної роботи

Наталія УСЕНКО

06 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ХІМІЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

для здобувачів освіти

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	102 Хімія
освітній рівень	магістр
освітня програма	Хімія
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	заочна
Навчальний рік	2024/2025
Семестр	<u>2</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>4</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	Іспит

Викладач: д.х.н., доц, доцент Тереміленко К.В.

Пролонговано: на 20__/20__ н. р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

на 20__/20__ н. р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

КИЇВ - 2024

Розробник:

Теребіленко Катерина Володимирівна, д.х.н., доцент, кафедра неорганічної хімії



ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри неорганічної хімії



Ростислав ЛАМПЕКА

Протокол № 8 від « 13 » Серезня 2024 р.

Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету

Протокол від « 9 » квітня 2024 року № 8

Голова науково-методичної комісії



Олександр ПОЇК

« 9 » квітня 2024 року

1. Мета дисципліни – одержання комплексу професійних знань та практичних навичок щодо одержання та характеристикації відомих та новітніх неорганічних матеріалів, сучасної теорії впливу дефектів на структурно-чутливі властивості, в тому числі провідні, нелінійно-оптичні та магнетооптичні. Навчитися оптимізувати методики одержання відомих функціональних матеріалів під конкретні задачі їх застосування з урахуванням керованого введення домішок і активаторів.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. *Знати неорганічну хімію, фізичну хімію, методи встановлення структури хімічних сполук та матеріалів.*

2. *Знання англійської мови на рівні B2*

3. Анотація навчальної дисципліни: навчальна дисципліна сприяє формуванню цілісної системи знань стосовно методів одержання неорганічних матеріалів, модифікації властивостей неорганічних матеріалів розробки та прикладного застосування матеріалів та композитів; розширення традиційних уявлень про фізико-хімічну картину світу на прикладі систем функціонального призначення; ознайомлення з основними закономірностями та практичними аспектами синтезу, дослідження та використання матеріалів у хімічних технологіях; розкрити основні аспекти застосування фотонних кристалів, матеріалів зі спіновим переходом, йон-провідних матеріалів та мультифероїків в новітній технологічних розробках функціоналізованих матеріалів.

4. Завдання (навчальні цілі):

- Сформувати у студента чітке уявлення про основні методи впливу на функціональні властивості неорганічних матеріалів на основі - Сформувати у студента знання про залежність між складом, будовою та фізико-хімічними властивостями ряду неорганічних матеріалів, а також вміння їх одержувати із застосуванням сучасних підходів неорганічної хімії.

- 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:

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК 9. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

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

Фахових:

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, 4 – автономність та відповідальність)	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
1.1 Знати та розуміти класифікацію матеріалів за призначенням, складом та функцією.	Лекція, самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Дистанційні модульні контрольні роботи, Підсумкова модульна контрольна робота, іспит	10
1.2. Знати основні методи одержання та дослідження неорганічних матеріалів	Лекція, самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Дистанційні модульні контрольні роботи, Підсумкова модульна контрольна робота, іспит перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату.	15
1.3. Знати класифікацію дефектів твердого тіла, писати рівняння їх утворення за номенклатурою Крегера - Вінка	Самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Дистанційні модульні контрольні роботи, Підсумкова модульна контрольна робота, іспит перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату. оцінювання літературного пошуку.	15
1.4. Знати теоретичні основи процесів одержання відомих функціональних матеріалів	Лекція, самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Контрольна робота (питання з відкритими відповідями); перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання літературного пошуку.	15
2.1. Вміти здійснювати літературних пошук по стану впровадження та дослідження відомих функціональних матеріалів по наукометричним та патентним базам, проводити критичних аналіз отриманих даних, презентувати результати свого дослідження.	Лекції, самостійне опрацювання рекомендованої літератури лабораторні роботи.	Захист літературного пошуку; перевірка завдань самостійної роботи.	15
2.2. Вміти використовувати набуті знання для розрахунків, самостійно підбирати методи синтезу та дослідження для певного класу неорганічних матеріалів.	Лекції, самостійне опрацювання рекомендованої літератури лабораторні роботи.	Лабораторні роботи.	15
3.1. Здатність обговорювати з викладачем та колегами отримані дані	Лабораторні роботи.	Захист літературного пошуку, захист протоколів лабораторних робіт.	10
4.1. Вміти самостійно працювати з науковою та навчально- методичною	Самостійна робота	Захист літературного пошуку	5

літературою, здійснювати пошук та узагальнювати науково-технічну інформацію.			
--	--	--	--

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни							
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	3.1	4.1
Р.4. Синтезувати хімічні сполуки із заданими властивостями, аналізувати їх і оцінювати відповідність заданим вимогам.	+	+		+	+	+	+	
Р.7. 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.				+	+		+	
Р.10. Планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.					+	+	+	
Р10. Планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.					+	+		
Р11. Складати технічне завдання до проекту, розподіляти час, організовувати свою роботу і роботу колективу, складати звіт.					+			+

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 – 20 балів/12 балів

2. Літературний пошук (дистанційно) – РН 2.1, 3.1; 4.1 – 10 балів/6 балів

3. Модульна контрольна робота 2 – РН 1.3 – РН 1.4 – 10 балів/6 балів

4. Оцінювання звітів по лабораторних роботах – РН 2.1; 2.2; 3.1 – 20 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, виконання трьох лабораторних робіт та написання 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, оцінювання лабораторних робіт здійснюється протягом проведення аудиторного навчання. 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
Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

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

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	Лабораторні роботи	Самостійна робота
«Взаємозв'язок між складом, будовою та властивостями матеріалів»				
1	Лекція. Визначення функціональних матеріалів, класифікація функціональних матеріалів за властивостями, функціями, складом, структурою; структурна ієрархія матеріалів, багатофункціональні матеріали, фізико-хімічні принципи конструювання нових матеріалів, роль матеріалів у технічному прогресі, приклади технічних проривів, пов'язаних зі специфічними властивостями нових матеріалів.	1		6
2	Самостійна робота. Дефекти в неорганічних матеріалах та їх вплив на функціональні властивості. Систематика Крегера – Вінке для пояснення оптичних та провідних властивостей діелектриків, напівпровідників та металів. Роль F- центрів та антиструктурних дефектів у керованій зміні функціональних властивостей матеріалів. Розв'язання проблемних задач із застосуванням принципів систематики Крегера- Вінка			8
3	Самостійна робота. Кристалохімічні аспекти дизайну одно- дво- та тривимірних архітектур. Особливості опису рівноважних та квазі-рівноважних систем. Місце нецентросиметричних структур в хімії функціональних матеріалів.			8
4	Самостійна робота. Основні підходи до одержання функціональних матеріалів визначеного складу, будови та морфології. Поліфункціональні матеріали.			8
«Сучасні функціональні матеріали»				
5	Лекція. Мультифероїки: методи синтезу, класифікація та застосування.	1		8
6	Самостійна робота. Нелінійно-оптичні матеріали та композити на основі монокристалів KDP та KTP.			8
7	Самостійна робота. Гібридні перовскітоподібні матеріали: будова та використання.			8
8	Лабораторна робота 1: Синтез перовськіту на основі титанату кальцію методом співосадження.		2	8
9	Лекція. Неорганічні склоподібні та керамічні матеріали. Фотонні кристали. Неорганічні скінтілятори	2		8
10	Лабораторна робота 2: Виготовлення оптичного скла на основі фосфатно-боратних розплавів.		1	8
11	Лабораторна робота 3. Одержання нелінійно-оптичних матеріалів із високотемпературних розплавів.		1	8
12	Самостійна робота: Матеріали для літій-йонних акумуляторів: переваги та недоліки матеріалів на основі LiFePO ₄			8
13	Підготовка та захист літературного пошуку. Підсумкова контрольна робота			18

Загальний обсяг **120** год, в тому числі:

Лекції – **4** год.

Лабораторні роботи – **4** год.

Консультації – 0 год.

Самостійна робота – 112 год.

9. Рекомендовані джерела

Основні:

1. К.В. Тереміленко, І.О. Гуральський. Хімія функціональних матеріалів: К: Ліра – К, 2021, 110 с.
2. Светкіна О.Ю. Хімія твердого тіла і технологія його формування. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни студентами спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія [електронне видання] / О.Ю. Светкіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т "Дніпровська політехніка". – Дніпро : НТУ "ДП", 2019. – 49 <http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/154772/CD1198.pdf?sequence=1>
3. Tarancón, A., & Pryds, N. (2019). Functional oxide thin films for advanced energy and information technology. *Advanced Materials Interfaces*, 6(15), 1900990.
4. Zhang, Y., Ma, C., Lu, X., & Liu, M. (2019). Recent progress on flexible inorganic single-crystalline functional oxide films for advanced electronics. *Materials Horizons*, 6(5), 911-930.

Додаткові:

1. Функціональні матеріали та покриття : навчальний посібник / [М. О. Азаренков, В. М. Береснєв, С. В. Литовченко та ін.]. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2013. – 202 с. Електронне видання. Режим доступу: <http://physics-technology.karazin.ua/resources/8199ea6884950ee8ea92c5bcfbbeb6776.pdf>
2. Матеріалознавство тугоплавких металів та сполук. Навчальний посібник / Г.П. Кисла, П.І. Лобода, В.С. Федорчук, М.О. Сисоєв. – К. : Центр учбової літератури. 2019. – 320с.
3. Гранець В.М. Матеріалознавство. Підручник. – К. Кондор. 2016. – 386 с.
4. Шемет В.Я., Гулай О.І. Хімія твердого тіла: Навчальний посібник. [електронне видання] – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2015, доступ : <https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2021-02/posibnykХТТ.pdf>
5. Григорчак І. І. Клатратні напівпровідникові мультифероїки, синтезовані в системі GaSe-NaNO₂-FeSO₄. Вплив коінтеркаляції / І. І. Григорчак, Ф. О. Іващишин, А. К. Борисюк, Р. Я. Швець, Ю. О. Кулик // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. - 2017. - № 3. - С. 7-19. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/riu_2017_3_3
6. Feng, Y., Wu, J., Chi, Q., Li, W., Yu, Y., & Fei, W. (2020). Defects and aliovalent doping engineering in electroceramics. *Chemical reviews*, 120(3), 1710-1787.
5. Bergeron, H., Lebedev, D., & Hersam, M. C. (2021). Polymorphism in post-dichalcogenide two-dimensional materials. *Chemical Reviews*, 121(4), 2713-2775.
6. Pham, P. V., Vodepudi, S. C., Shehzad, K., Liu, Y., Xu, Y., Yu, B., & Duan, X. (2022). 2D heterostructures for ubiquitous electronics and optoelectronics: Principles, opportunities, and challenges. *Chemical Reviews*, 122(6), 6514-6613.
7. «Фізика металів - 3. Дефекти в кристалах». Практикум з кредитного модулю. [електронне видання] Для студентів напряму підготовки 6.050403 «Інженерне матеріалознавство», програми професійного спрямування «Фізичне матеріалознавство»./ Укладач Демченко Л.Д.- Київ, НТУУ"КПІ", 2014.- 78 с.

8. Основи фізичного матеріалознавства : навч. посіб. : у 2 ч. / В. С. Кшнякін, А. С. Опанасюк, К. О. Дядюра. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – Ч. 1. – 329 с.
9. Butt, M. A., Khonina, S. N., & Kazanskiy, N. L. (2021). Recent advances in photonic crystal optical devices: A review. *Optics & Laser Technology*, 142, 107265.
10. Reshef, O., De Leon, I., Alam, M. Z., & Boyd, R. W. (2019). Nonlinear optical effects in epsilon-near-zero media. *Nature Reviews Materials*, 4(8), 535-551.
11. Abudurusuli, A., Li, J., & Pan, S. (2021). A review on the recently developed promising infrared nonlinear optical materials. *Dalton Transactions*, 50(9), 3155-3160.
12. Martin, L. W., Chu, Y. H., & Ramesh, R. J. M. S. (2010). Advances in the growth and characterization of magnetic, ferroelectric, and multiferroic oxide thin films. *Materials Science and Engineering: R: Reports*, 68(4-6), 89-133.