

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА  
ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра неорганічної хімії



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана  
з навчальної роботи

Наталія УСЕНКО

« 20 » 06 2022 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**ХІМІЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ**  
для здобувачів освіти

галузь знань  
спеціальність  
освітній рівень  
освітня програма  
вид дисципліни

**10 Природничі науки**  
**102 Хімія**  
**магістр**  
**Хімія**  
**вибіркова**

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	2
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

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

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

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

КИЇВ - 2022

**Розробник:**

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

ЗАТВЕРДЖЕНО

В.о. завідувача кафедри неорганічної хімії

 Ростислав ЛАМПЕКА

Протокол № 11 від «\_11\_» травня 2022 р.

Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету

Протокол від «29» червня 2022 року № 7

Голова науково-методичної комісії  Олександр ПОЇК

« 29 » червня 2022 року

**1. Мета дисципліни** – одержання комплексу професійних знань та практичних навичок щодо одержання та характеристики 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:**

*Знати неорганічну хімію, методи синтезу неорганічних сполук, спектроскопію неорганічних сполук, фізичну хімію, фізичні методи дослідження*

**3. Анотація навчальної дисципліни:** навчальна дисципліна сприяє формуванню цілісної системи знань стосовно методів одержання неорганічних матеріалів, модифікації властивостей неорганічних матеріалів розробки та застосування наноматеріалів та нанокомпозитів; 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 основні уявлення про принципи роботи різних паливних елементів.

Навчальна дисципліна спрямована на досягнення наступних загальних й фахових компетентностей: ЗК4, ЗК14, ФК3, ФК 4, ФК 5.

## 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); перевірка завдань самостійної роботи.	10
1.2. Знати основні методи одержання та дослідження матеріалів	Лекція, самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Контрольна робота (тестове завдання); оцінювання літературного пошуку. перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату.	20
1.3. Знати класифікацію дефектів твердого тіла, писати рівняння їх утворення за номенклатурою Крегера - Вінка	Лекція, самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Контрольна робота (тестові завдання); усна доповідь з презентацією; перевірка завдань самостійної роботи, 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); усна доповідь з презентацією; перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату.	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, 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, 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

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

Результати навчання дисципліни	1	1	1	1	2	2	3
<b>Програмні результати навчання</b>	1	2	3	4	1	2	1
P.4. Синтезувати хімічні сполуки із заданими властивостями, аналізувати їх і оцінювати відповідність заданим вимогам.	+	+	+	+		+	
P.9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії. Використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.	+		+	+	+		
P.10. Планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.				+	+	+	+

## 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:

1. Контрольна робота: РН 1.1, РН 1.2, РН 2.2 – **15/9 балів**.
2. Лабораторна робота: РН 1.1, РН 1.2, РН 1.3, РН 1.4 – **30/18 балів**.
3. Літературний пошук: РН 1.1, РН 1.2, РН 1.3, РН 1.4 – **15/9 балів**

#### Підсумкове оцінювання (у формі іспиту):

Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом: **40 балів /24 бали**.

Результати навчання які будуть оцінюватись: РН 1.1, РН 1.2, РН 1.3, РН 1.4, РН 2.1, РН 2.2.

Форма проведення: письмова робота.

Види завдань: одне теоретичне питання 10 балів, 15 тестових питань на 30 балів.

**Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за іспит не може бути меншою 24 балів.**

**Студент допускається до іспиту, якщо протягом семестру він:**

набрав не менше, ніж **36 балів** та виконав і вчасно захистив кейс.

### 7.2. Організація оцінювання:

Терміни проведення оцінювання:

Контрольна робота №1: не раніше **8 тижня** семестру;

Лабораторна робота №1 робота: виконується до **3 тижня** семестру;

Лабораторні роботи №2-3: виконується впродовж **6–10 тижня** семестру, але не пізніше, ніж за **2 тижні** перед його закінчення;

Персональні завдання для написання літературного пошуку студенти отримують не пізніше, як за **8 тижнів** до закінчення семестру;

Оцінювання самостійної роботи: впродовж семестру.

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.

№	Назва	Кількість годин		
		Лекції	Лабораторні Роботи	Самостійна робота
«Роль дефектів та принципи структуроутворення сучасних матеріалів»				
1	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.	2		4
2	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.	2		6
3	Кристалохімічні аспекти дизайну одно- дво- та тривимірних архітектур. Особливості опису рівноважних та квазі-рівноважних систем. Місце нецентросиметричних структур в хімії функціональних матеріалів.	2		6

4	Основні підходи до одержання функціональних матеріалів визначеного складу, будови та морфології. Поліфункціональні матеріали.	2		4
5	Лабораторна робота №1 – 3 «Синтез, будова та властивості відомого неорганічного матеріалу».		8	6
<b>"Сучасні функціональні матеріали"</b>				
6	Мультифероїки: методи синтезу, класифікація та застосування. Лекція за участі представника наукової групи А.Г. Белоуса, відділ хімії твердого тіла, Інститут загальної та неорганічної хімії імені Володимира Вернадського НАН України.	2		6
7	Нелінійно-оптичні матеріали та композити на основі монокристалів KDP та KTR. Гібридні перовскітоподібні матеріали.	2		8
8	Неорганічні сколоподібні та керамічні матеріали. Фотонні кристали.	2	2	6
9	Матеріали зі спіновим переходом.	1		4
10	Захист літературного пошуку.		5	10

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

Лекції – **15 год**.

Лабораторні – **15 год**.

Самостійна робота – **60 год**.

## 9. Рекомендовані джерела

### Основні:

1. К.В. Терещенко, 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 с. <http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/154772/CD1198.pdf?sequence=1>
3. Пінчук С. І., Чигиринець О. Е. Хімія твердого тіла (короткий курс): підручник — Київ, ТОВ "Видавничий дім АртЕк", 2018. — 124 с.
4. Григорчак І. І. Клатратні напівпровідникові мультифероїки, синтезовані в системі GaSe-NaNO<sub>2</sub>-FeSO<sub>4</sub>. Вплив коінтеркаляції / І. І. Григорчак, Ф. О. Іващшин, 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](http://nbuv.gov.ua/UJRN/riu_2017_3_3)

### Додаткові:

1. 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.

2. Гранець В.М. Матеріалознавство. Підручник. – К. Кондор. 2016. – 386 с.
3. 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. 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.
4. Bergeron, H., Lebedev, D., & Hersam, M. C. (2021). Polymorphism in post-dichalcogenide two-dimensional materials. *Chemical Reviews*, 121(4), 2713-2775.
5. Pham, P. V., Bodepudi, 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.
6. «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.
7. 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.
8. Butt, M. A., Khonina, S. N., & Kazanskiy, N. L. (2021). Recent advances in photonic crystal optical devices: A review. *Optics & Laser Technology*, 142, 107265.
9. 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.
10. Abudurusuli, A., Li, J., & Pan, S. (2021). A review on the recently developed promising infrared nonlinear optical materials. *Dalton Transactions*, 50(9), 3155-3160.