

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
Навчально-науковий інститут хімії та екології  
Кафедра неорганічної хімії



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ННІ хімії та екології

проф. Василь ЛЕНДЄЛІ

« 27 » серпня 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ НАНОХІМІЇ»

Рівень вищої освіти	другий
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	102 Хімія
Освітня програма	Хімія
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	українська

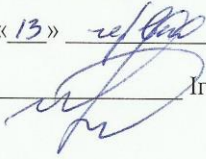
Ужгород – 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «**Прикладні аспекти нанохімії**» для здобувачів другого рівня вищої освіти галузі знань **10 Природничі науки** спеціальності **102 Хімія** освітньої програми **Хімія**

**Розробник:** Сабов Мар'ян Юрійович, доцент, кандидат хімічних наук, доцент кафедри неорганічної хімії ДВНЗ «Ужгородський національний університет»


Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри неорганічної хімії

протокол № 12 від «13» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри  Ігор БАРЧІЙ

Схвалено науково-методичною комісією Навчально-наукового інституту хімії та екології

протокол № 10 від «26» серпня 2023 р.

Голова науково-методичної комісії  Михайло СЛИВКА

© \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет 20\_\_ р.

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 4	Рік підготовки	
Загальна кількість годин – 120	I	
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання:  аудиторних – 3  самостійної роботи студента – 4	1	
	Лекції:	
	18	
	Практичні (семінарські):	
Вид підсумкового контролю: екзамен	Лабораторні:	
	28	
Форма підсумкового контролю: письмова	Самостійна робота:	
	74	

## 2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою навчальної дисципліни «Прикладні аспекти нанохімії» є – ознайомити студентів з основними досягненнями нанотехнології, особливими властивостями речовин у нанорозмірному стані, можливостями їх застосування, а також роллю нанохімії при вирішенні прикладних завдань нанотехнології, а саме одержання наноструктур з необхідними функціональними параметрами шляхом підбору методів та умов синтезу. Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

### **Загальні компетентності (ЗК):**

- ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК 3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК 6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК 14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел.

### **Фахові компетентності (ФК):**

- ФК 1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ.
- ФК 3. Здатність організувати, планувати та реалізувати хімічний експеримент.
- ФК 8. Здатність формулювати нові гіпотези та наукові задачі в галузі хімії, вибрати напрями та відповідні методи для їх розв'язання на основі розуміння сучасної проблематики досліджень в галузі хімії та беручи до уваги наявні ресурси.
- ФК 9. Здатність обирати оптимальні методи та методики дослідження.

## 3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Прикладні аспекти нанохімії» є базові знання вищої математики, фізики, неорганічної хімії, фізичних методів досліджень, будови речовини, фізичної хімії.

#### 4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Хімія», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

<b>Програмні результати навчання</b>	<b>Шифр ПРН</b>
Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.	ПРН 1
Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.	ПРН 2
Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.	ПРН 3
Синтезувати хімічні сполуки із заданими властивостями, аналізувати їх і оцінювати відповідність заданим вимогам.	ПРН 4
Знати методологію та організації наукового дослідження.	ПРН 6
Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.	ПРН 9
Планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.	ПРН 10
Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.	ПРН 14

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Нанохімія та методи нанотехнологій»:

<b>Очікувані результати навчання з дисципліни</b>	<b>Шифр ПРН</b>
Розуміння сучасних наукових концепцій хімії та суміжних наук у застосуванні до нанотехнологій.	ПРН 1
Вміння використовувати основних концепцій, принципів і теорій хімії для розв'язання задач і проблем, щодо одержання наноструктурованих систем.	ПРН 2
Вміння застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач нанохімії.	ПРН 3
Вміння синтезувати нанорозмірних хімічних сполук, що проявляють у властивостях нанорозмірний ефект.	ПРН 4
Вміння організувати наукове дослідження нанорозмірних частинок.	ПРН 6
Вміння здійснювати пошук, оцінку та аналіз даних, необхідних для розв'язання складних задач нанохімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.	ПРН 9
Вміння планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з нанохімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.	ПРН 10
Вміння аналізувати експериментально отримані дані та інтерпретувати їх на основі відповідних теорій хімії.	ПРН 14

## 5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

### Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- поточний контроль успішності,
- модульний контроль,
- підсумковий контроль.

### Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю:

- вибіркоче усне опитування перед початком занять;
- фронтальне стандартизоване усне та/або письмове опитування за основними питаннями теми заняття;
- експрес-опитування;
- тестування;
- реферативні повідомлення та їх обговорення;
- оцінювання якості та повноти виконання завдань модульної контрольної роботи.

Форми модульного контролю: результати поточного контролю та виконання модульної контрольної роботи, результати якої оцінюються за 100-бальною шкалою за кожний модуль.

Форми підсумкового семестрового контролю: екзамен (7-й семестр). До екзамену допускаються студенти, які відпрацювали пропущені заняття і виконали модульні контрольні роботи.

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота			Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	50	100
10	20	20		

T1, T2 ... – теми

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота			Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	50	100
20	20	10		

T1, T2 ... – теми

### Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Практичні (семінарські) заняття				
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	4	20	3	20
Комп'ютерне тестування при тематичному оцінюванні				

Письмове тестування при тематичному оцінюванні	2	30	2	30
.....				
Презентація				
Реферат				
Есе				
.....				
Модульна контрольна робота	1	50	1	5
<b>Разом</b>		<b>100</b>		<b>100</b>

### Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота здійснюється у письмовій формі шляхом відповідей на питання тестових завдань. Кожна правильна відповідь оцінюється певною кількістю балів. Максимальна кількість балів за кожну модульну контрольну становить 50 балів. Мінімальна кількість балів, за якої робота вважається виконаною, становить 30 балів.

### Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни «Нанохімія та методи нанотехнології» здійснюється у виді заліку. Залік проводиться у усній формі. Результати заліку оцінюються за двобальною шкалою: „зараховано, „незараховано”.

Підсумкова оцінка "зараховано"/"не зараховано" визначається наступними критеріями:

- " зараховано" - якщо студент достатньо чітко і грамотно відповідає на питання в межах матеріалу викладеного у рамках лекційних занять, може показати та обґрунтувати взаємозв'язок різних частин матеріалу, пройденого у межах матеріалу навчальної дисципліни; демонструє здатність до мислення, при відповіді на питання розмірковує, спираючись на отримані у рамках курсу знання, не допускає істотних неточностей у відповіді, правильно вибудовує логіку вирішення типових завдань;

- "не зараховано" - якщо студент викладає основні питання недостатньо чітко або допускає істотні помилки при їх викладі, не може пояснити зв'язків у рамках викладеного матеріалу, аспірант не знає значної частини програмного матеріалу, не може дати точних визначень понять, пройдених у рамках курсу, дає розпливчаті формулювання і не володіє в належній мірі термінологією, плутається при відповіді на додаткові питання, не володіє прийомами вирішення типових завдань.

За бажанням студента результуюча підсумкова оцінка може бути визначена як інтегрована оцінка засвоєння всіх тем дисципліни і кількісно дорівнює середньому арифметичному балів, отриманих за кожний модуль.

Переведення результатів, отриманих за 100-бальною шкалою оцінювання в національну 4-х бальну та шкалу за системою ECTS здійснюється за наступною схемою:

Оцінка за шкалою балів	Залік	ECTS	
		Оцінка	Характеристика
90 та вище	зараховано	A	відмінно
82-89 74-81	зараховано	B	добре
	зараховано	C	добре
64-73 60-64	зараховано	D	задовільно
	зараховано	E	задовільно
35-59	незараховано	FX	незадовільно з можливістю перескладання

1-34	незараховано	F	незадовільно з обов'язковим повторним навчанням
------	--------------	---	---

Студент, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незараховано» (1-34 балів, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни (під час додаткового семестру) і скласти залік.

Результати підсумкового контролю знань заносяться до залікової відомості.

## 6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 6.1. Зміст навчальної дисципліни

#### Модуль 1. Базові поняття нанохімії та нанотехнологій та методи одержання наночастинок

##### Тема1. Нанонаука: виникнення та розвиток

Предмет та завдання нанонауки, її міждисциплінарний характер. Історія виникнення нанонауки. Перше використання в науці розмірності нано та перші експериментальні дослідження. Введення поняття нанотехнологій. Розробка експериментальних методів дослідження нанооб'єктів. Визначення понять: нанонаука, нанотехнологія, наночастинка, наноструктура.

##### Тема2. Основні типи нанорозмірних систем

Основні класи нанорозмірних систем. Наноматеріали. Критерії визначення наноматеріалів: критичний розмір і функціональні властивості. Квантові наноструктури різної розмірності: 1D-, 2D-, 3D-структури. Карбонові наноструктури (фулерени, графен і нанотрубки). Компактні наноструктуровані матеріали. Наноструктуровані кристали; розупорядковані твердотільні структури (наноструктуровані метали, сплави; нанокompозити; нанопористі матеріали; наноструктуровані багат шарові матеріали). Порошкові наноматеріали. Наноматеріали на основі органічних речовин (органічні нанокристали; наноматеріали на основі блоксополімерів; супрамолекулярні структури). Біологічні наноматеріали.

##### Тема 3. Методи одержання наноматеріалів

**Загальна характеристика методів синтезу наноматеріалів.** Історія розвитку методів синтезу наноматеріалів; два основних технологічних підходи: диспергаційний («зверху–вниз»), конденсаційний («знизу–вверх») та їх основні види. **Методи механічного та фізичного диспергування.** Отримання наноматеріалів механічним подрібненням. Методи інтенсивної пластичної деформації. Одержання наноматеріалів механічною дією різних середовищ, розпиленням розплавів, методом випаровування-конденсації, вакуум-сублімаційною технологією та з використанням твердофазних перетворень. **Методи хімічного диспергування.** Одержання наноматеріалів за допомогою хімічних реакцій (метод осадження, метод гетерофазної взаємодії, метод відновлення, кріохімічний синтез, золь-гель методи, метод газофазних хімічних реакцій). Електрохімічні методи одержання наноматеріалів. Поєднання фізичних та хімічних процесів при отриманні наноматеріалів. Біологічні підходи при отриманні наноматеріалів.

#### Модуль 2. Властивості та застосування наночастинок

##### Тема 1. Методи дослідження нанорозмірних систем

Мікроскопічні методи дослідження. Просвічуюча електронна мікроскопія високої роздільної здатності. Зондова скануюча мікроскопія (скануюча тунельна, атомно-силова, оптична ближнього поля).

Спектроскопічні та дифракційні методи дослідження. Загальні уявлення про методи вивчення фізичних, хімічних, біологічних властивостей наносистем, а також експлуатаційних характеристик наноматеріалів та пристроїв на їх основі. Обмеження та можливості різних методів дослідження наноматеріалів та принципи їх комбінування.

## Тема 2. Розмірні залежності властивостей наночастинок

Вплив розміру частинок на їх хімічні властивості та реакційну здатність. Проблеми стійкості наночастинок та їх асоціатів; фактори, що обумовлюють їх стабільність. Способи стабілізації наночастинок. Довгоживучі метастабільні стани. Причини низької стійкості речовин у нанокристалічному стані.

## Тема 3. Нанотехнології. Області використання та перспективи розвитку

Елементи наноелектроніки та нанофотоніки. Застосування наноструктур у хімії та хімічній технології. Використання нанокаталізаторів. Газодифузійний розділ газових сумішей з використанням пористих наноматеріалів – «молекулярних сит». Конструкційні та інструментальні матеріали на основі наноструктур. Пристрої контролю оточуючого середовища. Наноенергетика. Застосування нанотехнологій у біології та у медицині. Підходи до одержання штучних наноструктур на основі біомолекул. Створення біосумісних поверхонь контакту, імплантантів та штучних органів. Розробка та аналіз лікарських препаратів. Доставка лікарських препаратів і генів у клітини. Використання нанотехнологій для покращення стоматологічних та хірургічних інструментів.

### 6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання:					
	Усього	у тому числі				
		лекції	практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота
<b>1-й семестр</b>						
<b>Модуль 1</b>						
Тема 1. Нанонаука: виникнення та розвиток. Базові поняття.	8	2				6
Тема 2. Наноматеріали. Критерії визначення наноматеріалів: критичний розмір і функціональні властивості.	12	2		4		6
Тема 3. Класифікація методів синтезу наночастинок.	12	2		4		6
Тема 4. Одержання наночастинок металів із водних розчинів.	14	2		4		8
Тема 5. Диспергаційні методи одержання наночастинок металів із водних розчинів.	14	2		4		8
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль	<b>60</b>	<b>10</b>		<b>16</b>		<b>34</b>
<b>Модуль 2</b>						
Тема 1. Методи дослідження нанорозмірних	16	2		4		10

систем						
Тема 2. Розмірні залежності властивостей наночастинок	16	2		4		10
Тема 3. Основні типи неорганічних наноб'єктів	16	2		4		10
Тема 4. Нанотехнології. Області використання та перспективи розвитку	12	2				10
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль	<b>60</b>	<b>8</b>		<b>12</b>		<b>40</b>
<b>Разом за семестр</b>	<b>120</b>	<b>18</b>		<b>28</b>		<b>76</b>

### 6.3. Теми практичних (семінарських, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Синтез наночастинок срібла цитратним методом	4	
2	Дослідження оптичних властивостей наночастинок срібла отриманих цитратними методом	4	
3	Одержання наночастинок срібла цитратно-сульфатним методом Кері-Лі	4	
4	Отримання наночастинок срібла в пропіленгліколі при нагріванні	4	
5	Синтез наночастинок $\text{Cu}_2\text{O}$ шляхом відновлення глюкозою	4	
6	Синтез карбонових квантових точок	4	
7	Дослідження структури наночастинок методом порошкової дифракції	4	
	<b>Разом</b>	<b>28</b>	

### 6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Історія виникнення нанонауки, наноматеріали в історії людства	10	
2	Класифікація наноматеріалів згідно стандартів ISO/TC 27687:2008 та 80004-1:2010	6	
3	Нанокompозитні матеріали. Класифікація нанокompозитів (по хімічній природі матриці, по формі і характеру наповнювачів із наночастинок)	6	
4	Методи одержання графену	6	
5	Одержання наноструктурованих шарів	6	
6	Додаткові можливості зондової мікроскопії: атомні маніпуляції і літографія.	5	
7	Визначення розмірів наночастинок дифракційним методом	6	
8	Енергетичний стан поверхні.	4	
9	Проблеми стійкості наночастинок та їх асоціатів; фактори, що обумовлюють їх стабільність.	4	
10	Особливості зонної структури металів та напівпровідників у нанокристалічному стана.	8	
11	Застосування нанотехнологій у біології та у медицині.	6	
12	Перспективи розвитку нанотехнологій	9	
	<b>Разом</b>	<b>76</b>	

## 7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА (у разі потреби)

Технічні засоби:

Обладнання: хімічний посуд та реагенти, спектрофотометр UV lab, порошковий дифрактометр ДРОН 4.

Програмне забезпечення ОС Windows, пакет Microsoft Office.

## 8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

### Основна література

1. Нанохімія: підручник для студентів хімічних факультетів педагогічних університетів / Уклад. Т.І.Хорошилова, В.О.Хромишев, С.В.Рябов, О.О.Хромишева.–Мелітополь: Видавництво МДПУ ім. Б.Хмельницького, 2014.–206 с.  
Он-лайн доступ: <http://eprints.mdpu.org.ua/id/eprint/4768/>
2. С.В.Волков, Є.П.Ковальчук, В.М.Огенко, О.В.Решетняк Нанохімія, наносистеми, наноматеріали. К.:Наукова думка. 2008. 424 с.

### Допоміжна література

1. Основи нанотехнологій : навчально-методичний посібник для вчителів та студентів педагогічних університетів / О. М. Завражна, О. О. Пасько, А. І. Салтикова. – Суми : Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. – 184 с.  
Он-лайн доступ: <https://repository.sspu.edu.ua/handle/123456789/1659?mode=full>
2. Литвин В.А. Наноструктурні системи і матеріали: збірник задач – Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2014. – 152 с.  
Он-лайн доступ: [https://eprints.cdu.edu.ua/40/1/%D0%97%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA\\_%D0%9B%D0%B8%D1%82%D0%B2%D0%B8%D0%BD\\_2014.pdf](https://eprints.cdu.edu.ua/40/1/%D0%97%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%9B%D0%B8%D1%82%D0%B2%D0%B8%D0%BD_2014.pdf)
3. Хрипунов Г.С., Зайцев Р.В., Хрипунова А.Л., Кіріченко М.М., Момомтенко О.В. Фізичне матеріалознавство для мікро-та наноелектроніки, Т2, Харків,НТУ «ХП», 2014. – 198 с.  
Он-лайн доступ: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/1b70bf58-5777-4b6f-b6b5-8ef0ad178715/content>
4. Ankush Singh, Madhura Suki, Ruchira Sharma, Pradnya Ingle. Applications of Nanotechnology: A Review // International Journal of Advanced Research in Chemical Science Volume 7, Issue 2, 2020, PP 16-32.
5. Mahendra Kumar Sahu, Rajni Yadav and Sandeep Prasad Tiwari Recent advances in nanotechnology // Int J Nanomater Nanotechnol Nanomed 9(2): 015-023.

### Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. <https://www.understandingnano.com/resources.html>

**Результати перегляду  
робочої програми навчальної дисципліни**

Робоча програма перезатверджена на 20 \_\_/20\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_)  
(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ (І.Є.Барчій)

Робоча програма перезатверджена на 20 \_\_/20\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_)  
(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ (І.Є.Барчій)

Робоча програма перезатверджена на 20 \_\_/20\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_)  
(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ (І.Є.Барчій)

Робоча програма перезатверджена на 20 \_\_/20\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_)  
(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ (І.Є.Барчій)