

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Волинський національний університет імені Лесі Українки**  
**Навчально-науковий інститут хімії та екології**  
**Кафедра неорганічної та фізичної хімії**

**СИЛАБУС**  
**вибіркового освітнього компонента**

**НАНОХІМІЯ**

**Підготовки Доктора філософії (PhD)**

**Силабус освітнього компонента «НАНОХІМІЯ» підготовки Доктора філософія (PhD).**

**Розробники:** Смітюх Олександр Вікторович – доцент кафедри неорганічної та фізичної хімії, кандидат хімічних наук;

Марчук Олег Васильович – професор кафедри неорганічної та фізичної хімії, доктор хімічних наук.

**Погоджено**

Гарант освітньо-наукової програми:

\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Гулай Л.Д.

**Силабус освітнього компонента затверджено на засіданні кафедри неорганічної та фізичної хімії**

протокол № 5 від 26 січня 2026 р.

Завідувач кафедри: \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Гулай Л.Д.

## I. Опис освітнього компонента

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна /освітньо-наукова/освітньо-творча програма, освітній рівень	Характеристика освітнього компонента
Денна (очна) (заочна) форма здобуття освіти	<b>Галузь знань</b> <i>10 – Е Природничі науки, математика та статистика</i>  <b>Спеціальність</b> <i>ЕЗ Хімія</i>  <b>Освітньо-наукова програми</b> <i>Синтез та дослідження властивостей неорганічних і органічних речовин</i>  <b>Освітній рівень</b> <i>доктор філософії (PhD)</i>	<b>Вибірковий</b>
Кількість годин/кредитів _120_ / _4_		Рік навчання <u>  2  </u>
		Семестр <u>  4  </u> -ий
		Лекції <u>  10  </u> год.
		Практичні (семінарські) <u>  14  </u> год.
		Самостійна робота <u>  88  </u> год.
ІНДЗ: <u>  ε  </u>	Консультації <u>  8  </u> год.	
	<b>Форма контролю:</b> залік	
<b>Мова навчання українська/англійська</b>		

## II. Інформація про викладачів

ППІ *Смітюх Олександр Вікторович*

Науковий ступінь *кандидат хімічних наук*

Вчене звання *немає*

Посада *доцент кафедри неорганічної та фізичної хімії*

Контактна інформація (0986223985, [Smitiukh.Oleksandr@vnu.edu.ua](mailto:Smitiukh.Oleksandr@vnu.edu.ua)).

Дні занять (<https://ps.vnu.edu.ua/cgi-bin/timetable.cgi?n=700>).

ППІ *Марчук Олег Васильович*

Науковий ступінь *доктор хімічних наук*

Вчене звання *професор*

Посада *професор кафедри неорганічної та фізичної хімії*

Контактна інформація (0976180627, [Marchuk.Oleg@vnu.edu.ua](mailto:Marchuk.Oleg@vnu.edu.ua)).

Дні занять (<https://ps.vnu.edu.ua/cgi-bin/timetable.cgi?n=700>).

### III. Опис освітнього компонента

#### 1. Анотація курсу

Силабус вибіркового освітнього компонента «Нанохімія» складено з урахуванням можливості формування індивідуальної освітньої траєкторії здобувачів освіти третього (наукового) рівня.

Освітній компонент забезпечує формування у здобувачів освіти науково-дослідницької професійно-орієнтованої компетентності, яка спрямована на вивчення теоретичних та практичних питань наноб'єктів та методів їх дослідження. Сучасну науку не можна уявити без нанороботів та процесів, що відбуваються за участю активних наночастинок. Нанохімія базується на загальних закономірностях хімічних наук, вивчає методи одержання та створення, будову, хімічні та фізичні властивості наночастинок, взаємозв'язок між хімічною будовою та властивостями.

**Предметом** вивчення освітнього компонента є наноб'єкти та наноматеріали, взаємозв'язок між розмірними ефектами і властивостями наночастинок.

**Пререквізити:** необхідною навчальною базою для вивчення освітнього компонента є володіння знаннями з загальної та неорганічної хімії, органічної хімії, хімії високомолекулярних сполук, фізичної хімії та фізичних методів досліджень.

#### 2. Мета і завдання освітнього компонента.

**Мета** – сформувати у здобувачів освіти цілісне уявлення про нанохімію як міждисциплінарну галузь, що вивчає хімічні та фізико-хімічні процеси в нанорозмірному діапазоні, методи синтезу та дослідження наноматеріалів і перспективи їх практичного використання. Курс передбачає формування навичок отримання бінарних нанорозмірних халькогенідів та застосування різних методів аналізу їх морфології, внутрішньої структури та передбачення областей застосування.

**Завдання:**

- ознайомити з теоретичними основами нанохімії та сучасними науковими концепціями;
- сформувати розуміння механізмів виникнення нанорозмірних ефектів;
- навчити обґрунтовувати вибір методів синтезу та дослідження наноб'єктів;
- розвинути навички прогнозування властивостей і стійкості наноматеріалів.

#### 3. Soft skills.

Курс передбачає формування комунікативної складової: вміння слухати, переконувати, вести дискусії наукової тематики; навички командної роботи: здатність взаємодіяти, підтримувати, брати відповідальність за прийняття наукових рішень; формування адаптивності: гнучкість, здатність швидко вчитися та працювати в стресових умовах та при складанні складних технологічних процесів; та розвиток критичного мислення: аналіз інформації, прийняття обґрунтованих рішень.

#### 4. Структура освітнього компонента.

*Форма контролю – залік.*

Назви змістових модулів і тем	Усього	Лек.	Практ.	Сам. роб.	Конс.	Форма контролю/ Бали
<b>Змістовий модуль 1. Базові поняття нанохімії, нанотехнологій та методи одержання наночастинок</b>						
Тема 1. ВСТУП. Історія розвитку нанохімії	24	2	2	20		РЗ/ 10

Тема 2. Властивості наноб'єктів. Розмірні ефекти	26	2	2	20	2	РЗ/ 10
Тема 3. Методи синтезу наноматеріалів	29	2	4	20	3	РЗ/10/Т/30
<b>Разом за модулем 1</b>	79	6	8	60	5	50
<b>Змістовий модуль 2. Методи дослідження нанорозмірних об'єктів та використання наноматеріалів</b>						
Тема 4. Методи дослідження нанорозмірних систем	15	2	2	10	2	ДС / 5
Тема 5. Галузі використання нанорозмірних матеріалів	26	2	4	18	2	ДС / 5 /Т/30
<b>Разом за модулем 2</b>	46	4	6	28	3	40
<b>ІНДЗ «Міні-проект - від планування до аналізу наноматеріалів на основі ZnS та ZnO»</b>						10
<b>Всього годин/Балів</b>	<b>120</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>88</b>	<b>8</b>	<b>100</b>

*\*Форма контролю: ДС – дискусія, Т – тести, РЗ – розв'язування задач. ІНДЗ/ІРС – індивідуальне завдання/індивідуальна робота здобувача освіти.*

#### Тематичний план лекцій

№ з/п	Тема
1	Вступ. Історія розвитку нанохімії
2	Властивості наноб'єктів. Розмірні ефекти
3	Методи синтезу наноматеріалів
4	Методи дослідження нанорозмірних систем
5	Галузі використання нанорозмірних матеріалів

#### Тематичний план практичних занять

№з/п	Назва теми
1	Визначення просторової структури наночастинок
2	Фізико-хімічні закономірності утворення нанокластерів
3	Тестування 1
4	Карбонові наноматеріали
4	Ознайомлення з методами обробки дифрактограм нанопорошків CdS
4	Обробка SEM-зображень нанопорошків CdS
7	Тестування 2

#### 5. Завдання для самостійного опрацювання.

№ з/п	Тема	Питання для самостійного опрацювання
1	Історія виникнення нанохімії	Аналіз лекції Феймана «Як багато місця там внизу...»
2	Класифікація наноматеріалів згідно стандартів ISO/TC 27687:2008 та 80004-1:2010	Основні методи класифікації наноматеріалів

3	Нанокompозитні матеріали. Класифікація	Типи нанокompозитів
4	Додаткові можливості зондової мікроскопії: атомні маніпуляції і літографія.	Різні типи зондів Детектування отриманих сигналів
5	Перспективи розвитку нанотехнологій	Нанохімія і технологічний прогрес ХХІ ст.

#### IV. Політика оцінювання

Пропущені практичні заняття (з будь яких причин) відпрацьовуються у позаурочний час. Будь-яку форму завдань можна виконати індивідуально, узгодивши завдання з викладачем.

Кінцевим терміном здачі усіх видів робіт, а також відпрацювання та захисту практичних занять є тиждень, на якому відбувається останнє заняття з освітнього компонента.

На початку вивчення освітнього компонента здобувачі освіти ознайомлюються з основними засадами академічної доброчесності, які ґрунтуються на самостійному виконанні навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей); посилення на джерела інформації в разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права; надання достовірної інформації про результати власної освітньої (наукової, творчої) діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації». У випадку виявлення порушень, здобувач не отримує балів за виконану роботу, модульну контрольну роботу.

Окрім того, визнаються результати навчання, отримані у формальній, неформальній та інформальній освіті. За наявності відповідного сертифікату стажування або проходження відповідного курсу кількістю щонайменше 10 год зараховуються 3 практичних заняття. Додаткові бали можна отримати за публікацію тез конференцій, що стосуються тематики освітнього компонента.

Максимальна оцінка за семестр складає 100 балів за поточним контролем. Оцінка за практичну роботу складається з оцінки за відповіді на теоретичні питання і розв'язування задачі з поточної теми. *Дедлайном* вважається останнє практичне заняття з освітнього компонента.

#### V. Підсумковий контроль

Форма контролю – *залік*. Оцінювання знань здобувачів освіти здійснюється під час поточного контролю за результатами виконання тих видів робіт, які передбачені силабусом.

##### 1. Методи та засоби діагностики успішності

Відвідування лекцій (наявність якісного конспекту). Підготовка до семінарів; Оформлення практичних результатів у формі звіту.

##### 2. Оцінювання всіх видів робіт студентів

Максимальна кількість балів за курс складає 100 балів.

- Підготовка до семінарів та активна участь при розв'язуванні завдань оцінюється: по 10 балів – 3 заняття, та 2 заняття – 5 б (виконання аналізу отриманих практичних результатів).
- Написання тематичних тестувань оцінюється у 60 балів.

**Запитання для самопідготовки, які виносяться на залік:**

1. Нанохімія: найдавніші згадки.

2. Поняття «нано». Річард Фейнман – пророк нанотехнологічної революції.
3. Машина творення Е. Дрекслера. Принцип невизначеності Гейзенберга і наномашина.
4. Теплові коливання молекул і наномашина.
5. Фотолітографія – дорога в наносвіт: зверху вниз.
6. Інструменти і методи наносвіту.
7. Скануючий зондовий мікроскоп.
8. Оптичний пінцет.
9. Розмір і форма наночасинок.
10. Нанорозмірні ефекти в нанохімії.
11. Вплив розміру наночастинок на їхню відносну активність при різній температурі.
12. Каталітичні властивості наночастинок металів.
13. Вплив розміру наночастинок на температуру плавлення.
14. Нанотехнологічна здатність наночастинок до самоорганізації. Супрамолекулярна хімія.
15. Назвіть основні методи синтезу наночастинок.
16. Які існують фізичні методи синтезу наночастинок.
17. У чому суть методу газозфазного синтезу наночастинок.
18. Як одержують наночастинки осадженням із колоїдних розчинів.
19. Опишіть одержання наночастинок Au-Pd сонохімічним методом.
20. Опишіть одержання наночастинок за допомогою темплатного синтезу.
21. Назвіть стадії золь-гель процесу.
22. Де використовується лазерна абляція.
23. Опишіть детонаційний синтез алмазів.

#### Шкала оцінювання знань

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка
90 – 100	Зараховано
82 – 89	
75 – 81	
67 – 74	
60 – 66	
0 – 59	Незараховано (необхідне перескладання)

#### VI. Рекомендована література та інтернет-ресурси (за останні 5 років; переважно підручники, посібники і под.; важливо подавати і видання самого викладача).

1. Qinbai Yun, Yiyao Ge, Zhenyu Shi, Jiawei Liu, Xixi Wang, An Zhang, Biao Huang, Yao Yao, Qinxin Luo, Li Zhai, Jingjie Ge, Yongwu Peng, Chengtao Gong, Meiting Zhao, Yutian Qin, Chen Ma, Gang Wang, Qingbo Wa, Xichen Zhou, Zijian Li, Siyuan Li, Wei Zhai, Hua Yang, Yi Ren, Yongji Wang, Lujing Li, Xinyang Ruan, Yuxuan Wu, Bo Chen, Qipeng Lu, Zhuangchai Lai, Qiyuan He, Xiao Huang, Ye Chen, Hua Zhang. Recent Progress on Phase Engineering of Nanomaterials. *Chem. Rev.* 123. 23.13489–13692 (2023). <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.3c00459>
2. Shuang Zhang, Na Kong, Zezheng Wang, Yangheng Zhang, Can Ni, Lingjun Li, Hongbin Wang, Min Yang, Wenrong Yang and Fuhua Yan. Nanochemistry of gold: from surface engineering

- to dental healthcare applications. *Chem. Soc. Rev.*, 53. 3656-3686 (2024). <https://doi.org/10.1039/D3CS00894K>
3. **O.V. Smitiukh**, O.M. Yanchuk, **O.V. Marchuk**, O.A. Vyshnevskiy. Influence of NaCl Concentration on the Size of CdS Nanoparticles in the Presence of PVA. *J. Nano- Electron. Phys.* 17(5), 05001 (2025). [https://doi.org/10.21272/jnep.17\(5\).05001](https://doi.org/10.21272/jnep.17(5).05001)
  4. **O.V. Smitiukh**, O.M. Yanchuk, **O.V. Marchuk**, Ju.O. Khmaruk, M.M. Yatsyshyn, O.A. Vyshnevskiy, I.I. Velymchanitsa. Electrochemical Synthesis of Nanoparticles of Zinc Oxide Using Film Former MHB 3000 P2. *Physics and Chemistry of Solid State*, 26(1). 118-123 (2025). <https://doi.org/10.15330/pcss.25.3.656-663>
  5. O.V. Smitiukh, O.M. Yanchuk, **O.V. Marchuk**, Ju.O. Khmaruk, M.M. Yatsyshyn, Oleksii A. Vyshnevskiy, I.I. Velymchanitsa. Electrochemical Synthesis of Zinc Oxide in the Presence of Surfactant FARMACOAT, *J. Nano- Electron. Phys.* 17(1). 01015 (2025). [https://doi.org/10.21272/jnep.17\(1\).01015](https://doi.org/10.21272/jnep.17(1).01015)
  6. **O.V. Smitiukh**, **O.V. Marchuk**, O.M. Yanchuk, Ju.O. Khmaruk, G.L. Myronchuk, I.I. Velymchanitsa, Oleksii A. Vyshnevskiy. Electrochemical Synthesis of Zinc Oxide in the Presence of Surfactant FK 06213 (2024). *J. Nano- Electron. Phys.* 16 (6). 06016 [https://doi.org/10.21272/jnep.16\(6\).06016](https://doi.org/10.21272/jnep.16(6).06016)
  7. **Смітюх О. В., Марчук О. В.** Нанохімія: короткий конспект лекцій для здобувачів освіти другого кваліфікаційного рівня “Магістр” спеціальності 102 Хімія. Луцьк : ПП Іванюк В.П., 2024. 78 с.
  8. **Смітюх О. В., Марчук О. В.** Нанохімія: методичні рекомендації до виконання практикуму для студентів другого кваліфікаційного рівня “Магістр” спеціальності 102 Хімія . Луцьк : ПП Іванюк В. П., 2024. 64 с.
  9. Волков С. В., Ковальчук Є. П., Огенко В. М., Решетняк О. В. Нанохімія. Наносистеми. Наноматеріали. К.: Наукова думка, 2008. 424 с.