

# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «НАНОТЕХНОЛОГІЇ В ХІМІЧНІЙ ГАЛУЗІ»



Ступінь освіти	бакалавр
Освітня програма	Хімічні технології та інженерія
Тривалість викладання	7-й семестр
Заняття:	2023 – 2024 навч. року
Лекції:	2 години
Лабораторні	2 години
Практичні	1 година
Мова викладання	українська

Кафедра, Хімії  
що викладає

**Викладач:**

**Светкіна Олена Юріївна, д.т.н.**

**Персональна сторінка**

<http://chemistry.nmu.org.ua/ua/kafedra/netyaga.php>

## 1. Анотація до курсу

Дисципліна «Нанотехнології в хімічній галузі» належить до переліку вибіркових навчальних дисциплін за освітнім рівнем «бакалавр», що пропонуються для професійної підготовки студентів за освітньою програмою 161 «Хімічні технології та інженерія». Вона забезпечує формування у студентів фахової професійно-орієнтованої компетентності та спрямована на вивчення основних досягнень нанотехнологій в хімічній галузі, опанування нових знань для прогнозування їх властивостей, ознайомлення з перспективами розвитку нанотехнологій і тим самим розширення їх професійних здібностей.

У рамках курсу викладено основні поняття нанотехнології й розглянуто об'єкти її дослідження, їх класифікація, методи візуалізації та дослідження наночастинок, особливі властивості речовини в високодисперсному стані, умови і причини виникнення розмірних ефектів. Розглянуто основні методи синтезу наноструктурованих матеріалів.

Опанування теоретичних і практичних основ нанотехнології дозволить встановлювати взаємозв'язок між якісними параметрами наноматеріалів та методами їх отримання.

Така компетентність сприяє формуванню і розвитку в здобувачів освіти комплексу знань для прогнозування властивостей наноматеріалів, перспектив

розвитку нанотехнологій в хімічній галузі. здатності успішно застосовувати теоретичні знання для здійснення виробничих процесів, необхідних для вдосконалення сучасних і створення новітніх технологій.

## **2. Мета та завдання курсу**

**Мета дисципліни** – сформувати компетентності щодо використання знань в галузі нанотехнологій при професійній підготовці бакалаврів за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія»:

### **Завдання курсу:**

- надати загальне уявлення про нанотехнології, як особливу галузь науки і виробництва, про основні види нанооб'єктів і наноматеріалів, надати новітні знання з унікальних властивостей наноматеріалів, їх стійкості і фізико-хімічних властивостей;
- сформувати у студентів системи знань, умінь і навичок по вибору й застосуванню у професійній діяльності основних досягнень нанотехнологій в хімічній галузі, основних технологічних прийомів отримання наноструктурних матеріалів; опанувати нові знання для прогнозування їх властивостей, ознайомити з перспективами розвитку нанотехнологій і тим самим розширити їх професійні здібності.
- навчити здобувачів вищої освіти проводити раціональний вибір методу і технології отримання наноматеріалів із спеціальними властивостями, принципи конструювання об'єктів на нанорівні;
- проводити наукові дослідження в процесі навчання, вміти аналізувати та узагальнювати отримані результати з метою оцінювати перспективи розвитку нанотехнології в хімічній галузі;
- опанувати нові знання з використанням технічної літератури на паперових та електронних носіях;
- демонструвати междисциплінарний характер нанотехнології;
- формування у студентів сучасного цілісного хімічного мислення, яке дозволить, опираючись на будову та властивості досліджуваних речовин і можливості новітніх методів якісного та кількісного аналізу, проводити дослідження хімічних речовин, контроль якості сировини і продуктів тощо.

## **3. Результати навчання**

Прогнозувати ступень ефективності застосування відповідних наноматеріалів і нанотехнологій на підставі професійно-орієнтованих знань, моделювати прийняття рішень в умовах проведення лабораторного експерименту, вміти аналізувати і прогнозувати ефективність використання відповідної технології отримання наноматеріалу заданої якості. Оцінювати основні науково-технічні проблеми нанотехнології і напрямки розвитку цієї перспективної галузі в Україні.

## **4. Структура курсу**

### **ЛЕКЦІЇ**

Лекція 1. **Основні поняття нанотехнології.** Наноефекти й наноб'єкти в природі. Мультидисциплінарний характер наоіндустрії. Розвиток нанонауки, нанотехнології, нановиробництва, їх хронологія.

Лекція 2. **Об'єкти дослідження нанотехнології.** Класифікація об'єктів нанотехнології. Структура і властивості наноструктурних матеріалів. Принципи класифікації наноматеріалів: за геометричним принципом; об'ємних наноматеріалів за складом, розподілом і формою структурних складових; за походженням (нанобазісом) і топологією (безперервністю). Наночастинки, кластери, наноструктури, структури з квантоворозмірним ефектом (квантові ями, квантові нитки, квантові точки).

Лекція 3. **Методи візуалізації та дослідження наночастинок.** Електронна мікроскопія: просвічуюча та скануюча. Зондова мікроскопія: скануюча тунельна мікроскопія; атомно-силова мікроскопія; скануюча оптична мікроскопія; магніто-силова мікроскопія (АСМ). Дифракційні методи: рентгенографія; дифракція нейтронів. Розширена адсорбція рентгеновських променів. Рентгенофлюоресцентна спектроскопія. Масс-спектрометрія. Спектральні методи дослідження: електронна Оже-спектроскопія; раманівська спектроскопія; фотоемісійна спектроскопія; ядерний магнітний резонанс (ЯМР); електронний парамагнітний резонанс (ЕПР). Нанотестування

Лекція 4. **Отримання і стабілізація наночастинок.** Хімічне відновлення. Реакції в мицеллах, емульсіях і дендримерах. Фото- та радіаційно-хімічне відновлення. Кріохімічний синтез Фізичні методи. Частинок різної форми і плівки

Лекція 5. **Особливі властивості речовини в високодисперсному стані.** Умови і причини виникнення розмірних ефектів. Внутрішній і зовнішній розмірний ефект. Механізм впливу. Фізичні явища, пов'язані з проявом розмірних ефектів (зниження температури плавлення, електричні та магнітні властивості наночастинок). Кінетичні особливості хімічних процесів на поверхні наночастинок. Деякі термодинамічні особливості наночастинок.

Лекція 6. **Методи синтезу наноструктурованих матеріалів** Методи синтезу наночастинок: принципи знизу-вгору і зверху-вниз.. Хімічні методи синтезу. Методи синтезу нанокристалічних порошків. Газофазний синтез (конденсація пари) Плазмохімічний синтез: лазерна абляція. осадження з колоїдних розчинів, темплатний синтез, золь-гель процес. Термічне розкладання і відновлення. Механосинтез. Детонаційний синтез і електровибух. Принципи отримання монодисперсних частинок. Можливості управління розмірами і формою наночастинок при використанні різних методів синтезу. Отримання частинок типу ядро-оболонка

Лекція 7. **Вуглецеві наноструктури.** Алотропні модифікації карбону.. **Фулерен** как нова алотропна форма карбону. Структура, основні методи отримання, властивості фулерена, потенційні області застосування. Невуглецеві фулерени

Лекція 8. **Вуглецеві нанотрубки.** Заповнення внутрішніх порожнин; щеплення функціональних груп; трубки як матриці; впровадження атомів і молекул в багат шарові трубки. Невуглецеві нанотрубки

Лекція 9. **Об'єкти супрамолекулярної хімії.** Неорганічні наноматеріали. Алмазоїди. Газові гідрати. Кластери в газах

Лекція 10. **Отримання нанокристалічних матеріалів.** Компактування порошків Осадження на підкладку: молекулярно-пучкова епітаксія, газофазна епітаксія, епітаксія з рідкої фази, топохімічні процеси. CVD і PVD процеси. Кристалізація аморфних сплавів. Інтенсивна пластична деформація

Лекція 11. **Каталіз на наночастинках.** Роль стану поверхні і поверхневих реакцій в нанохімії. Нанорозмірний каталіз. Залежність каталітичних властивостей кластерів від їх будови і розмірів. Каталітичні властивості наночастинок металів і напівпровідників. Використання наночастинок металів для створення біметалевих каталізаторів

Лекція 12. **Реакції оксидів.** Стабілізація наночастинок за рахунок реакцій утворення оксидів Використання нанокристалічних оксидів лужноземельних металів для дезактивації бойових отруйних речовин

Лекція 13. **Напівпровідники і сенсори.** Метод стабілізації напівпровідників. Отримання багатошарових плівок для створення нових типів світлодіодів і нелінійних оптичних пристроїв і струмопровідних плівок. Сенсорні матеріали на основі напівпровідникових оксидів і гетероструктур. Фотохімія і нанофотоніка. Наночастинки в біології та медицині

Лекція 14 **Перспективи застосування досягнень нанотехнології в хімічній галузі.** Можливі екологічні та соціальні наслідки застосування нанотехнологій. Перспективи розвитку, завдання краткосрочних, середньострокових і довгострокових проєктів

## ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

- ЛР-1. Розрахунок кількості атомів на поверхні наноматеріалу
- ЛР-2 Розрахунок маси графенового метакутника..
- ЛР-3. Розрахунок довжини наностріжня алюмінію.
- ЛР-4. Розрахунок отримання нанодисперсних порошків оксиду титану.
- ЛР-5. Розрахунок наночасток кальцій карбонату в розчині
- ЛР-6. Розрахунок отримання наноалмазів з вуглецю.
- ЛР-7. Розрахунок нанокластерів молібдену
- ЛР-8. Розрахунок синтезу нанопорошків складу  $\text{LaMnO}_3$
- ЛР-9. Розрахунок матеріального балансу отримання наночастинок срібла
- ЛР-10. Розрахунок тиску насиченої водяної пари над нанокластерами води.
- ЛР-11. Вивчення будови вуглецевих нанотрубок

### 5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення

№ роботи (шифр)	Назва роботи	Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, що застосовуються при проведенні роботи
	Розрахунок кількості атомів на поверхні	Мультимедійний

№ роботи (шифр)	Назва роботи	Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, що застосовуються при проведенні роботи
ЛР-1–	наноматеріалу	проектор; Презентаційні слайди. Дистанційна платформа Moodle.
ЛР-2	Розрахунок маси графенового мета кутника.	Мультимедійний проектор; Презентаційні слайди. Дистанційна платформа Moodle.
ЛР-3	Розрахунок довжини наностріжня алюмінію.	Мультимедійний проектор; Презентаційні слайди. Дистанційна платформа Moodle.
ЛР-4	Розрахунок отримання нанодисперсних порошоків оксиду титану (IV).	Мультимедійний проектор; Презентаційні слайди. Дистанційна платформа Moodle.
ЛР-5	Розрахунок наночасток карбонату кальцію в розчині	Мультимедійний проектор; Презентаційні слайди. Дистанційна платформа Moodle.
ЛР-6	Розрахунок отримання наноалмазів з вуглецю.	Мультимедійний проектор; Презентаційні слайди. Дистанційна платформа Moodle.
ЛР7	Розрахунок нанокластерів молібдену.	Мультимедійний проектор; Презентаційні слайди. Дистанційна платформа Moodle.
ЛР-8	Розрахунок синтезу нанопорошків складу LaMnO <sub>3</sub>	Мультимедійний проектор; Мультимедійний проектор; Презентаційні слайди. Дистанційна платформа Moodle.
ЛР-9	Розрахунок матеріального	Мультимедійний проектор;

№ роботи (шифр)	Назва роботи	Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, що застосовуються при проведенні роботи
	балансу отримання наночастинок срібла	Презентаційні слайди. Дистанційна платформа Moodle.
ЛР-10	Розрахунок тиску насиченої водяної пари над нанокластерами води.	Мультимедійний проектор; Презентаційні слайди . Дистанційна платформа Moodle.
ЛР-11	Вивчення будови вуглецевих нанотрубок	Мультимедійний проектор; Презентаційні слайди. Дистанційна платформа Moodle.

## 6. Система оцінювання та вимоги

**6.1. Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:**

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

**6.2.** Здобувачі вищої освіти можуть отримати **підсумкову оцінку** з навчальної дисципліни на підставі **поточного оцінювання знань** за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування та виконання і захисту лабораторних робіт складатиме не менше 60 балів.

Максимальне оцінювання:

Теоретична частина	Лабораторна частина		Бонус	Разом
	При своєчасному складанні	При несвоєчасному складанні		
40	60	30		<b>100</b>

Теоретична частина оцінюється за результатами здачі 4 контрольних тестових робіт, кожна з яких містить тестові закриті запитання: вірна відповідь кожного

оцінюється в 1 бал, максимальна кількість 10 балів, загалом за 4 контрольні – максимум 40 балів.

Виконання лабораторних робіт є обов'язковим. Лабораторні роботи оцінюються шляхом перевірки звіту лабораторної роботи і її захисту (кожна по 7 балів), крім першої, яка оцінюється в 4 бали. Загалом максимально 60 балів.

### **6.3. Критерії оцінювання підсумкової роботи**

Теоретична частина оцінюється за результатами задачі ККР, яка містить 5 завдань, з яких 4 теоретичних і 1 задача.

**1** правильна відповідь оцінюється у **8 бали (разом 40 балів)**. Опитування проводиться з використанням технології Microsoft Office 365.

**2.** Вирішена на папері робота сканується (фотографується) та відсилається на електронну пошту викладача впродовж часу, відведеного на задачу теоретичної частини. Несвоєчасно вислана відповідь враховується такою, що не здана.

**3.** Вирішена на папері робота сканується (фотографується) та відсилається на електронну пошту викладача впродовж часу, відведеного на задачу теоретичної частини. Несвоєчасно вислана відповідь враховується такою, що не здана.

Правильно вирішена **задача** оцінюється також в 8 балів, причому:

- **8 балів** – відповідність еталону, з одиницями виміру;
- **7 балів** – відповідність еталону, без одиниць виміру або помилками в розрахунках;
- **6 балів** – незначні помилки у формулах, без одиниць виміру;
- **4 бали** – присутні суттєві помилки у рішенні;
- **1 бал** – наведені формули повністю не відповідають еталону;
- **0 балів** – рішення не наведене.

## **7. Політика курсу**

### **7.1. Політика щодо академічної доброчесності**

Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка". [http://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us\\_documents/System\\_of\\_prevention\\_and\\_detection\\_of\\_plagiarism.pdf](http://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us_documents/System_of_prevention_and_detection_of_plagiarism.pdf).

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

## **7.2. Комунікаційна політика**

Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану університетську пошту.

Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

## **7.3. Політика щодо перескладання**

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

## **7.4 Політика щодо оскарження оцінювання**

Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

## **7.5. Відвідування занять**

Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту.

За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу.

## **8 Рекомендовані джерела інформації**

### **Базові**

1. Нанотехнологія та її інноваційний розвиток / Пономаренко В.С., Назаров Ю.Ф., Свідерський В.П. та ін. – Х.: ВД «ІНЖЕК», 2008. – 280 с.

2. Нанохімія і нанотехнології [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.051401 «Біотехнологія» / НТУУ «КПІ» ; уклад. І. В. Коваленко, В. І. Лисін, О. О. Андрійко. –Київ : НТУУ «КПІ», 2014. – 63 с.

3. Наноматериалы и нанотехнологии : учеб. для студентов вузов / В. А. Богуслаев, А. Я. Качан, Н. Е. Калинина [и др.]. – Запорожье : Мотор Сич, 2014.– 207 с.

4. Афтандіянц Є.Г. Наноматеріалознавство: підручник / Є.Г. Афтандіянц, О.В. Зазимко, К.Г. Лопатько. – Перше вид. – Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. – 550 с.

5. Нанохімія та нанотехнології [Текст] : підручник / І. О. Савченко ; Київський нац. Ун-т імені Тараса Шевченка. - [Київ] : ВПЦ Київський ун-т, 2019. - 448 с.



## Допоміжна література

6. Нанохімія, наносистеми, наноматеріали / С.В. Волков, Є.П. Ковальчук, В.М. Огенко, О.В. Решетняк. – Київ: Наукова думка, 2008. – 424 с.

7. Хімія: навчальний посібник / А.В.Голубєв, В.І.Лисін, І.В.Коваленко, Г.В.Тарасенко. – К: Кондор, 2013. – 578с

При вивченні дисципліни «Нанотехнології в хімічній галузі», за рахунок використання локальних та глобальної комп'ютерних мереж, студенти користуються наступними інформаційними ресурсами та базами знань:

1. <http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/>

Електронна бібліотека з хімії (Журнали, бази даних, книги, підручники та ін.)

2 <http://www.abc.chemistry.bsu.by/current/10.htm>

Сайт надає безкоштовний доступ до повнотекстових журналів з хімії.

3. <http://chem.sis.nlm.nih.gov/chemidplus/>

Бази даних містять інформацію з 350 000 хімічних сполук, 56 000 з яких – із структурним зображенням (англ.).

4. [www.openj-gate.com](http://www.openj-gate.com)

Відкритий доступ до більш, ніж 3000 журналів з хімії (англ.)

