



# ХІМІЯ НАНОСИСТЕМ ТА ОСНОВИ НАНОТЕХНОЛОГІЙ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>132 Матеріалознавство</i>
Освітня програма	<i>Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна) / дистанційна/ змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредити ECTS, 36 годин лекцій, 18 годин лабораторних занять</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік / модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>Лекція -1 раз на тиждень, лабораторне заняття – 1 раз на два тижні <a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська/Англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент, Биба Євген Георгійович, e-mail: egby-iff@ill.kpi.ua Лабораторні роботи: к.т.н., доцент, Биба Євген Георгійович</i>
Розміщення курсу	<i>campus.kpi.ua</i>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

*Вивчаючи дисципліну, студенти узагальнюють власні знання з різних дисциплін та долучаються до світового досвіду використання матеріалів з урахуванням технічних, технологічних, економічних та екологічних факторів. Студенти одержують важливий досвід щодо особливостей поведінки матеріалів в нанорозмірному стані.*

*Метою навчальної дисципліни є формування у студентів комплексу базових знань та уявлень щодо особливих властивостей речовин в нанорозмірному стані, методів одержання та дослідження наноматеріалів, особливостей їх використання.*

*Основними завданнями навчальної дисципліни є:*

- формування базових відомостей про наноб'єкти та їх класифікацію;*
- формування уявлень про принципову відмінність фізичних властивостей наносистем і наноматеріалів від аналогічних властивостей звичайних макроскопічних систем і макроскопічних тіл;*
- формування у студентів знань про особливості фізичних і хімічних властивостей речовини в нанорозмірному діапазоні;*
- формування системи знань, вмінь та навичок, що дозволяють визначати методи синтезу наноб'єктів та можливих методів їх дослідження;*
- формування уявлень про можливості використання нанорозмірних матеріалів у промисловості та медицині*

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

*Дисципліна викладається в третьому семестрі підготовки за освітньою програмою підготовки бакалаврів. Для успішного засвоєння дисципліни, студент повинен володіти набором компетентностей бакалаврського рівня, зокрема:*

- *здатність ефективно використовувати технічну літературу та інші джерела інформації і галузі матеріалознавства;*
- *здатність використовувати практичні інженерні навички для вирішення професійних завдань;*
- *здатність застосовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для підтримки діяльності в сфері матеріалознавства;*
- *здатність визначати умови отримання порошків із заданими властивостями у дисперсному та нанодисперсному стані з металів, сплавів та тугоплавких сполук;*
- *здатність обирати технологічний процес та його оптимальні умови для отримання виробів з композиційних, наноструктурованих та порошкових матеріалів.*

*Дисципліна забезпечує розширення інженерного кругозору в галузі матеріалознавства та інженерії матеріалів чим формує набір компетентностей для подальшого вивчення дисциплін матеріалознавчого напрямку. Результати вивчення дисципліни можуть бути використані при виконанні курсових та дипломних робіт та проектів.*

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

*Вступ. Організація очного/дистанційного навчання.*

*Розділ.1. Вступ до нанохімії та нанотехнології.*

*Розділ 2. Наноматеріали, методи їх дослідження та синтезу.*

*Розділ 3. Області застосування наноматеріалів.*

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

*Базова література:*

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

2. *Заячук Д. М. Нанотехнології і наноструктури : навч. посібник / Д. М. Заячук; Нац. ун-т "Львів. політехніка". – Львів, 2009. – 580 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. *Афтандіянець Є.Г. Наноматеріалознавство: підручник / Є.Г. Афтандіянець, 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.*

*Додаткова література:*

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

7. *Елисеев А.А. Функциональные наноматериалы / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин // М.: Физматлит, 2010. – 456 с.*

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

9. Павлиго Т. М., Сердюк Г. Г., Баглюк Г. А. Терміни та визначення в галузі наноматеріалів і нанотехнологій у стандартах міжнародної організації зі стандартизації. Наноструктурне матеріалознавство. 2012. № 3. С. 70–77.

10. ISO/TS 80004-4:2011. Nanotechnologies – Vocabulary – Part 4: Nanostructured materials. Ed. 2011-12. ISO, 2011. 7 p.

11. Азаренков Н. А., Береснев В. М., Погребняк А. Д. и др. Наноматериалы, нанопокрyтия, нанотехнологии : учеб. пос. Харьков : ХНУ им. В. Н. Каразина, 2009. – 209 с.

Рекомендується ознайомитись зі змістом вказаних базових та додаткових джерел, більш глибоко опрацювати рекомендовані викладачем розділи, що відповідають тематиці лекцій та/чи лабораторних робіт. Для окремих розділів доцільно створити електронний конспект.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Зміст лекційних занять

Заняття 1. Історія та етапи розвитку нанохімії. Нанохімія, як галузь хімічної науки. Поняття «нано». Визначення понять: нанонаука, нанотехнології, наночастинок, наноструктури. [1,5]

Заняття 2. Класифікації об'єктів нанохімії. Інструменти і методи нанохімії. [1,5,6]

Заняття 3. Закономірності формування нанооб'єктів. [2,4]

Заняття 4. Утворення нанооб'єктів у газі. Зародження та ріст нанооб'єктів у рідині. [4]

Заняття 5. Колоїдні розчини. Кристалізація з розплаву. [4]

Заняття 6. Формування нанооб'єктів у твердій фазі. Кристалізація з аморфного стану. Розпад твердих розчинів. Пластична деформація та руйнування. [2,4]

Заняття 7. Поверхневі явища в наноматеріалах. [2,4] **Тематична контрольна робота**

Заняття 8. Загальні термодинамічні параметри поверхневого шару. Властивості поверхонь рідких і твердих тіл. Внутрішній тиск. [1,3,5]

Заняття 9. Поверхневий натяг як міра вільної енергії міжфазної поверхні. Рівноважні форми тіл. Поверхневий натяг і природа рідких і твердих тіл. Рівняння Гіббса-Гельмгольца для повної енергії поверхневого шару. [1,5]

Заняття 10. Визначення поняття адсорбції. Величини повної та надлишкової (гіббсової) адсорбції. Шляхи зменшення вільної поверхневої енергії в дисперсних системах. [1,5]

Заняття 11. Поверхнево-активні і поверхнево-інактивні речовини. Адсорбція на рідкій поверхні поверхнево-активних речовин (ПАР). Поверхнева активність речовин і її характеристика. [1,5]

#### **Тематична контрольна робота**

Заняття 12. Основні типи нанорозмірних систем. Вуглецеві наноструктури. Компактні наноструктуровані матеріали: наноструктуровані кристали; розупорядковані твердотільні структури (наноструктуровані метали, сплави; нанокompозити; багатошарові матеріали). Порошкові наноматеріали.. [3,4]

Заняття 13. Наноматеріали на основі органічних речовин (органічні нанокристали; наноматеріали на основі сополімерів; супрамолекулярні структури). Біологічні наноматеріали. Приклади наноструктур в живих організмах. [3,4]

Заняття 14. Оксидні та композитні наноматеріали. Матеріали на основі оксидів металів. Композити метал - оксид, метал - полімер та оксид – полімер. [4,5]

Заняття 15. Синтез наноматеріалів. Історія розвитку методів синтезу наноматеріалів: два основних технологічних підходу: диспергаційний («зверху-вниз»), конденсаційний («знизу-вгору»). [3,5]

Заняття 16. Зберігання наноматеріалів. Середовища зберігання. Пасивація нанооб'єктів. [2,4]

Заняття 17. Основні методи дослідження наноматеріалів. [3]

Заняття 18. Основні області застосування наноматеріалів. Обмеження в застосуванні наноматеріалів. [3] **Залік**

### **Зміст лабораторних робіт**

Основні завдання циклу лабораторних робіт є формування у студентів уявлень про методи отримання та дослідження наноматеріалів; отримання комплексу знань про будову та фазовий склад вихідних порошків та виробів з них і вибір методів нанодіагностики.

Лабораторна робота №1 Вступне заняття. Правила техніки безпеки при роботі з лабораторним обладнанням.

Лабораторна робота №2-3 Отримання наночасток срібла шляхом відновлення тетрагідроборатом натрію.

Лабораторна робота №4-5 Фотохімічний синтез наночастинок срібла в пропіленгліколі. Залежність швидкості формування наночастинок срібла від концентрації іонів срібла.

Лабораторна робота №6-7 Синтез наночастинок  $\text{Cu}_2\text{O}$  з таблеток аскорбінової кислоти з глюкозою.

Лабораторна робота №8 Синтез наночастинок  $\text{Cu}_2\text{O}$  шляхом відновлення глюкозою

Лабораторна робота №9 Заключне заняття.

### **Самостійна робота студента**

Самостійна робота студентів (загальна тривалість 36 годин) з дисципліни полягає в:

- підготовці до лекційних занять – в розрахунку 1 година на 1 лекцію (18 годин)
- підготовці до виконання лабораторних робіт, аналізі одержаних результатів та формулюванні висновків – в розрахунку 0,5 години на 1 годину виконання лабораторної роботи = 9 години;
- підготовці до тематичних контрольних робіт – 3 години.
- підготовці до підсумкової атестації – заліку (6 годин).

## **Політика та контроль**

### **6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- Відвідування усіх видів занять не є обов'язковим.
  - Пропущене без поважної причини лекційне заняття студент повинен відпрацювати шляхом написання тестування з кожної пропущеної теми.
  - Завдання пропущеної лабораторної роботи студент повинен виконати в час, узгоджений з викладачем. Якщо пропуск відбувся без поважної причини – з загальної оцінки за практичне заняття знімається 10% за кожні дві години пропуску.
    - Під час усіх видів лабораторних робіт забороняється використання мобільних телефонів у звуковому режимі, дозволяється обмежене використання месенджерів у беззвучному режимі.
    - Результати виконаних лабораторних робіт оформлюються у вигляді звітів, написаних від руки. Звіт супроводжується формулами, графіками – елементами, які підтверджують виконання завдань та одержані результати. За дистанційної форми навчання звіт може виконуватися як «від руки», так і в будь-якому текстовому редакторі і на перевірку надається у роздрукованому вигляді. Безпосередній захист відбувається у формі співбесіди, запитань-відповідей.
    - Заохочувальні бали можуть бути призначені за особливі успіхи у навчанні – застосування творчого підходу до виконання лабораторних робіт, у тому числі, використання даних для робіт з тематики власних наукових досліджень. Сумарна кількість заохочувальних балів може складати від 1 до 10 балів.
    - Політикою дедлайнів передбачається необхідність своєчасного виконання завдань. Тестування за пропущену лекцію має бути пройдено не пізніше 2-х тижнів з часу пропущеної лекції. Звіти з лабораторних робіт виконуються і подаються на перевірку не пізніше 2-х тижнів з моменту завершення. Усі письмові документи мають бути захищені до закінчення теоретичного навчання в семестрі.
    - Усі учасники освітнього процесу: викладачі і студенти в процесі роботи вивчення дисципліни мають керуватись принципами академічної доброчесності, передбаченими

«Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»» <https://kpi.ua/code>.

## 7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль:

- експрес-опитування або тестування на лекційних заняттях – максимум 1 бал, всього 18 балів.
- захист звітів з лабораторних робіт всього максимально 48 балів – максимум 12 балів з кожної роботи
- МКР розбита на 2 Тематичні контрольні роботи, які проводяться у вигляді тестів на 7-му та 11-му навчальних тижнях. Максимальна оцінка за кожний тест 17 балів, всього складає 34 бали за семестр.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Для позитивного першого календарного контролю студент повинен отримати позитивні оцінки за захист лабораторних робіт №2-3 та Тематичної контрольної роботи №1. Для позитивного другого календарного контролю студент повинен отримати позитивні оцінки за захист лабораторних робіт №4-5 та №6-7 та тематичної роботи №2.

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 60 балів за умови виконання усіх лабораторних робіт та кількості балів за видами робіт, відповідно:

- Експрес-опитування або тестування на лекційних заняттях не менше 5
- Тематичні контрольні роботи не менше 20
- Захист звітів з лабораторних не менше 35 балів.

У випадку незгоди з семестровим рейтингом, студент має право здавати залікову контрольну роботу, що складається з двох завдань. Проводиться письмово, на написання відводиться 2 академічна години. У випадку, якщо оцінка за залікову контрольну менша ніж за рейтингом, застосовується «м'який» PCO (студент отримує більшу з оцінок із отриманих за результатами залікової контрольної або за рейтингом).

Відповідь на кожне з питань оцінюється у 50 балів за 100-бальною шкалою, відповідно:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання);
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь або є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями);
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками);
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно».

Оцінка за відповідь знижується – за принципові помилки у відповіді на 15-10 балів, за неповну відповідь на 10-5 балів, за неправильне використання термінів на 5 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

## **8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

- *Перелік питань, які виносяться на семестровий та календарний контроль знаходиться в Додатку А.*
- *Лабораторні роботи плануються з максимальним використанням обладнання лабораторій ЦККНО «Матеріалознавство тугоплавких сполук та композитів» в структурі ІМЗ ім. Є. О. Патона, яке застосовується при одержанні та дослідженні широкого спектру порошкових, композиційних матеріалів та покриттів, а також з частковим проведенням в профільних наукових установах.*

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено доцент каф. Високотемпературних матеріалів та порошкової металургії, к.т.н., Биба Євген Георгійович**

**Ухвалено кафедрою Високотемпературних матеріалів та порошкової металургії (протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2021р.)**

**Погоджено Методичною комісією Інституту матеріалознавства та зварювання ім. Є.О.Патона (протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2021р.)**

## ДОДАТОК А

Перелік питань на семестровий та календарний контроль з дисципліни «Хімія наносистем та основи нанотехнологій»

1. Який розділ хімії називається нанохімією?
2. Що є предметом дослідження нанохімії?
3. Що являє собою наносистема?
4. Як пояснити вплив розміру наночастинок на магнітні, електричні та оптичні властивості наноматеріалів?
5. Навести приклади прояву нанорозмірного ефекту в механічних властивостях наносистем.
6. Яка властивість наночастинок використовується при створенні ефективних каталізаторів?
7. Яким чином розмір часток може впливати на особливості хімічних властивостей речовини і на реакційну здатність?
8. Чим обумовлюється мала стійкість нанорозмірних систем? Якими способами може бути забезпечена їх стабільність?
9. Які частинки називаються кластерами?
10. Чим пояснити надлишкову поверхневу енергію наночастинок?
11. Які існують промислові методи одержання наночастинок?
12. Які основні особливості формування нанооб'єктів?
13. Яким чином відбувається утворення нанооб'єктів у газі?
14. Яким чином відбувається Кристалізація з розплаву нано об'єктів?
15. Чим відрізняється формування нанооб'єктів у твердій фазі від газоподібної?
16. Які явища можуть виникати на поверхнях нанооб'єктів?
17. Які основні властивості поверхонь рідких і твердих тіл?
18. Чому важливий поверхневий натяг і яку роль він відіграє?
19. Які існують шляхи зменшення вільної поверхневої енергії в дисперсних системах?
20. Дайте характеристику поверхнево-активним і поверхнево-інактивним речовинам.
21. До яких типів нанорозмірних систем слід віднести фуллерити, нанопористий кремній і скло, що містять невелику кількість диспергованих нанорозмірних частинок металу?
22. Чи можна і на підставі яких критеріїв молекулу ДНК розглядати як нанооб'єктів?
23. Які типи композиційних наноматеріалів вам відомі?
24. Чому кісткову тканину правомірно називати біологічним Наноконструктом?
25. В чому суть механічних та конденсаційних методів одержання наночастинок?
26. Які два основних технологічних підходу використовується для отримання нанорозмірних структур? Чим це обумовлено?
27. Які методи синтезу нанопорошків і консолідованих наноматеріалів можуть бути віднесені до диспергаційних методів? Які - до методів конденсаційних?
28. Яким чином можна отримати нанопорошок, що складається з частинок приблизно однакових за розміром?
29. Які існують наноматеріали на основі органічних речовин?
30. Які біологічні матеріали ви знаєте?
31. Наведіть приклади наноструктур в живих організмах.
32. Дайте характеристику матеріалам на основі оксидів металів.
33. Як потрібно зберігати і яким чином поводитися при роботі з наноматеріалами?
34. Назвіть основні методи дослідження наноматеріалів.
35. Де використовують наноматеріали? Наведіть приклади.