



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>заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредити ECTS, 10 годин лекцій, 4 годин лабораторних занять</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік / домашня контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/</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.

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

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

Заняття 3. Поверхневі явища в наноматеріалах. [2,4] **Тематична контрольна робота**

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

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

Видача завдання на домашню контрольну роботу.

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 Отримання наночасток срібла шляхом відновлення тетрагідроборатом натрію.

Лабораторна робота №2 Синтез наночастинок Cu_2O з таблеток аскорбінової кислоти з глюкозою.

Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів (загальна тривалість 76 годин) з дисципліни полягає в: Підготовці індивідуального завдання: написання однієї домашньої контрольної роботи (ДКР) – 10 год.

Підготовка звіту та до захисту лабораторних робіт – 4 год.

Підготовка до заліку – 6 год.

Самостійне опрацювання матеріалу по темах (56 год.):

Тема 1.1. Історія та етапи розвитку нанохімії. Нанохімія, як галузь хімічної науки. Поняття «нано». Визначення понять: нанонауки, нанотехнології, наночастинок, наноструктури. [1,5]

Тема 1.2. Утворювання нанооб'єктів у газі. Зародження та ріст нанооб'єктів у рідині. [4]

Тема 1.3. Колоїдні розчини. Кристалізація з розплаву. [4]

Тема 1.4. Формування нанооб'єктів у твердій фазі. Кристалізація з аморфного стану. Розпад твердих розчинів. Пластична деформація та руйнування. [2,4]

Тема 1.5. Загальні термодинамічні параметри поверхневого шару. Властивості поверхонь рідких і твердих тіл. Внутрішній тиск. [1,3,5]

Тема 1.6. 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]

Тема 1.7. Визначення поняття адсорбції. Величини повної та надлишкової (гіббсової) адсорбції. Шляхи зменшення вільної поверхневої енергії в дисперсних системах. [1,5]

Тема 1.8. Поверхнево-активні і поверхнево-інактивні речовини. Адсорбція на рідкій поверхні поверхнево-активних речовин (ПАР). Поверхнева активність речовин і її характеристика. [1,5]

Тема 2.1. Нанометріали на основі органічних речовин (органічні нанокристали; наноматеріали на основі сополімерів; супрамолекулярні структури). Біологічні наноматеріали. Приклади наноструктур в живих організмах. [3,4]

Тема 2.2. Оксидні та композитні наноматеріали. Матеріали на основі оксидів металів. Композити метал - оксид, метал - полімер та оксид – полімер. [4,5]

Тема 3.1. Зберігання наноматеріалів. Середовища зберігання. Пасивація наноб'єктів. [2,4]

Тема 3.2. Основні методи дослідження наноматеріалів. [3]

Тема 3.3 Основні області застосування наноматеріалів. Обмеження в застосуванні наноматеріалів. [3]

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- Опрацювання матеріалу по всіх темах лекційних та практичних занять є обов'язковою.

- Під час усіх видів аудиторних занять забороняється використання мобільних телефонів у звуковому режимі, дозволяється обмежене використання для виконання завдань або пошуку додаткової інформації.

- Результати виконаних лабораторних робіт оформлюються у вигляді звітів, надрукованих або написаних від руки. Звіт супроводжується формулами, графіками – елементами, які підтверджують виконання завдань та одержані результати. Безпосередній захист відбувається у формі співбесіди, запитань-відповідей.

- заохочувальні бали можуть бути призначені за особливі успіхи у навчанні – переважно використання методик оптимального вибору для розв'язання реальних завдань за тематикою наукових досліджень. Сумарна кількість заохочувальних балів може складати від 1 до 5 балів.

- Політикою дедлайнів передбачається необхідність своєчасного виконання завдань. 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 3 бал, всього 15 балів;
- захист звітів з лабораторних робіт всього максимально 40 балів – максимум 20 балів з кожної роботи;
- ведення та наявність конспекту лекцій всього максимально 10 балів;
- В якості окремих завдань, що виносяться на самостійну роботу вибрано: домашню контрольну роботу (ДКР) всього максимально 35 балів.

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 10;
- Домашня контрольна робота не менше 25;
- Захист звітів з Лабораторних не менше 25 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» РСО (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.)

ДАТОК 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.