



# Нанохімія і наноматеріали

## Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

### Реквізити освітньої компоненти

Рівень вищої освіти	Третій (доктор філософії)
Галузь знань	16 Хімічна та біоінженерія
Спеціальність	161 Хімічні технології та інженерія
Освітня програма	Хімічні технології та інженерія
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна/вечірня/змішана)
Рік підготовки, семестр	2 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	7 кредитів
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен (письмовий)
Розклад занять	Лекція 1 пара раз в два тижня, практичні роботи 1 пара раз в два тижня та лабораторні роботи 4 години на тиждень (2 пари на тиждень) за розкладом на <a href="http://rozklad.kpi.ua">rozklad.kpi.ua</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., доцент, Донцова Тетяна Анатоліївна, <a href="mailto:t.dontsovs@kpi.ua">t.dontsovs@kpi.ua</a> Практичні: д.т.н., доцент, Донцова Тетяна Анатоліївна, <a href="mailto:t.dontsovs@kpi.ua">t.dontsovs@kpi.ua</a> Лабораторні: д.т.н., доцент, Донцова Тетяна Анатоліївна, <a href="mailto:t.dontsovs@kpi.ua">t.dontsovs@kpi.ua</a>

### Програма освітньої компоненти

#### 1. Опис освітньої компоненти, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Викладання здобувачам вищої освіти (з.в.о.) рівня PhD освітньої компоненти «Нанохімія і наноматеріали» обумовлене сучасними тенденціями в новітніх технологіях синтезу та використання матеріалів, зокрема, наноматеріалів, які набули широкого використання в медицині, фармацевтиці, охороні навколишнього середовища та специфічних областях, таких як електроніка, спінтроніка тощо.

**Метою** освітньої компоненти є формування у здобувачів з.в.о. рівня PhD компетенцій:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу, синтезу та оцінки сучасних наукових досягнень, генерування нових знань при вирішенні дослідницьких і практичних завдань (ЗК 01);
- здатність дотримуватись морально-етичних правил поведінки, етики досліджень, характерних для учасників академічного середовища, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях (ЗК 04);
- здатність проводити критичний аналіз, оцінку і синтез нових та складних ідей (ЗК 05);
- здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у хімічній технології та інженерії та дотичних до них міждисциплінарних напрямках хімічної та біоінженерії (ФК 01);
- здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми в сфері хімічних процесів та апаратів, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень (ФК 03);
- здатність до розробки технологічних показників одержання і практичного застосування: нанорозмірних та наноструктурованих матеріалів, нових функціональних матеріалів (ФК 04).

Здобувачі вищої освіти рівня PhD після засвоєння освітньої компоненти «Нанохімія і наноматеріали» мають продемонструвати **знання** в:

- мати передові концептуальні та методологічні знання з хімічних технологій та інженерії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій (ПРП 01);

- глибоко розуміти загальні принципи та методи хімічних технологій та інженерії, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері хімічних процесів та пристроїв та у педагогічній практиці (ПРН 04);

- розуміти загальні принципи та методи хімічного синтезу нанорозмірних та наноструктурованих матеріалів, нових функціональних матеріалів та застосувати їх в сучасних технологіях та інженерії (ПРН 05);

- використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані (ПРН 9);

- Дотримуватися правил академічної доброчесності (ПРН 13).

Зокрема **знання** в:

- сучасних тенденціях прогресу в нанотехнологіях для різних галузей промисловості, в тому числі, наукоємних технологіях;

- традиційних та спеціальних методах одержання наноматеріалів;

- методах глибокого фізико-хімічного аналізу;

- сучасних технологіях охорони довкілля.

Здобувачі вищої освіти рівня PhD також мають продемонструвати **уміння**:

- проводити пошук та аналіз сучасних літературних джерел на високому науковому рівні;

- аргументовано підбирати більш доцільні технології одержання та методи дослідження наноматеріалів;

- виконувати дослідження в наукових лабораторіях згідно вимог техніки безпеки та екологічної безпеки;

- передбачати можливості виникнення артефактів та їх запобігання;

- правильно визначати стратегію препаративного отримання цільових продуктів із заданими властивостями, виходячи з їх призначення.

## 2. Пререквізити та постреквізити освітньої компоненти (місце в структурно-логічній схемі навчання за освітньою програмою)

Перелік дисциплін, знань та умінь, володіння якими необхідні з.в.о. рівня PhD для успішного засвоєння освітнього компоненту:

Пререквізити:	
Навчальні дисципліни магістерського рівня	Знання у хімічній технології та інженерії на магістерському рівні.
Філософські засади наукової діяльності	Знання для обґрунтування висновків, формулювання належних доказів та основ аналізу та синтезу в різних предметних областях, критичного осмислення й розв'язання науково-дослідних проблем.
Іноземна мова для наукової діяльності	Вміння читати та аналізувати англomовну наукову літературу професійного спрямування.
Постреквізити:	
Освітній компонент Ф-каталогу	Розуміти загальні принципи та методи хімічного синтезу нанорозмірних та наноструктурованих матеріалів, нових функціональних матеріалів та застосувати їх в сучасних технологіях

	<i>та інженерії.</i>
<i>Освітній компонент Ф-каталогу</i>	<i>Розуміти загальні принципи та методи хімічного синтезу нанорозмірних та наноструктурованих матеріалів, нових функціональних матеріалів та застосувати їх в сучасних технологіях та інженерії.</i>
<i>Наукова складова</i>	<i>Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у хімічній технології та інженерії та дотичних до них міждисциплінарних напрямках хімічної та біоінженерії. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми в сфері хімічних процесів та апаратів, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень. Здатність до розробки технологічних показників одержання і практичного застосування: нанорозмірних та наноструктурованих матеріалів, нових функціональних матеріалів.</i>

### **3. Зміст освітньої компоненти**

#### *Тема 1. Одержання нанорозмірних структур.*

*Одержання наночастинок золота та срібла. Форми наночастинок золота та срібла. Абсорбційна спектроскопія як метод дослідження наночастинок. Оптичні властивості розчинів, які містять наночастинки. Поверхневий плазмонний резонанс і комбінаційне розсіювання. Фізико-хімічні основи процесу одержання алюмінію оксиду методом анодного окиснення.*

#### *Тема 2. Дослідження наноструктур методами скануючої зондової мікроскопії.*

*Основи методів скануючої зондової мікроскопії. Загальні принципи роботи атомно-силових мікроскопів. Загальні принципи роботи магнітно-силових мікроскопів.*

#### *Тема 3. Оптичні методи дослідження наноструктур .*

*Конфокальна мікроскопія. Оптична спектроскопія. Фотолюмінесценція і наноструктури. Оптичні плазмонні мета матеріали.*

#### *Тема 4. Обробка структур і виготовлення пристроїв із застосуванням нанотехнологій.*

*Електронний перенос і принцип дії сонячних елементів. Механізм процесу плазмохімічного травлення.*

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

*Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології. Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – додаткові. Розділи та теми, з якими з.в.о. має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та практичних заняттях.*

#### **Базова**

- 1. Металоксидні наноматеріали і нанокомпозити екологічного призначення : монографія / Т. А. Донцова. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – 296 с.*
- 2. Савченко І.О. Нанохімія та нанотехнології: підручник / Київський нац. ун-т імені Тараса Шевченка. – [Київ] : ВПЦ Київський ун-т, 2019. – 448 с.*
- 3. Волков С. ті ін. Нанохімія. Наносистеми. Наноматеріали / Київ: Видавництво "Наукова думка" НАН України, 2008 – 424 с.*

#### **Додаткова**

4. Johari A. Characterization and Ethanol Sensing Properties of Tin Oxide Nanostructures / A. Johari, V. Rana, M. Bhatnagar // *Nanomater. nanotechnol.* – 2011, Vol. 1. – № 2. – P. 49–54.
5. Pan J., Shen H., Mathur S. One-Dimensional SnO<sub>2</sub> Nanostructures: Synthesis and Applications // *Journal of Nanotechnology.* – 2012. – Vol. 2. – P. 121–133.
6. Dong H., Zeng G., Tang L., Fan C., Zhang C., He X., He Y. An overview on limitations of TiO<sub>2</sub>-based particles for photocatalytic degradation of organic pollutants and the corresponding countermeasures // *Water Research.* – 2015. – Vol. 79. – P. 128–146.
7. Tahir Awan and others. *Chemistry of Nanomaterials. Fundamentals and Applications* / Elsevier, 2020. – 342 p.
8. Ozin G.A. and others. *Nanochemistry: A Chemical Approach to Nanomaterials* / Royal Society of Chemistry, 2009. – 820 p.

#### **Інформаційні ресурси**

9. Дистанційний курс Google G Suite for Education. Режим доступу: Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance).

### **Навчальний контент**

#### **5. Методика опанування освітньої компоненти**

##### **Лекційні заняття**

Вичитування лекцій з освітньої компоненти проводиться паралельно з виконанням студентами практичних та лабораторних робіт і розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій застосовуються засоби для відео-конференцій (Zoom) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені на платформі Sikorsky-distance. Перед кожною лекцією рекомендується ознайомитись з лекційними матеріалами, а також з матеріалами, що рекомендовані для самостійного вивчення.

<b>№</b>	<b>Дата</b>	<b>Опис заняття</b>
1	1 тиждень	Тема 1. Одержання нанорозмірних структур. Одержання наночастинок золота та срібла. Форми наночастинок золота та срібла. Абсорбційна спектроскопія як метод дослідження наночастинок. Оптичні властивості розчинів, які містять наночастинки.
2	2 тиждень	Тема 1. Одержання нанорозмірних структур. Поверхневий плазмонний резонанс і комбінаційне розсіювання. Фізико-хімічні основи процесу одержання алюмінію оксиду методом анодного окиснення.
3	3 тиждень	Тема 2. Дослідження наноструктур методами скануючої зондової мікроскопії. Основи методів скануючої зондової мікроскопії. Загальні принципи роботи атомно-силових мікроскопів. Загальні принципи роботи магнітно-силових мікроскопів.
4	4 тиждень	Тема 3. Оптичні методи дослідження наноструктур . Конфокальна мікроскопія. Оптична спектроскопія.
5	5 тиждень	Тема 3. Оптичні методи дослідження наноструктур . Фотолюмінесценція і наноструктури. Оптичні плазмонні мета матеріали.

6	6 тиждень	Тема 4. Обробка структур і виготовлення пристроїв із застосуванням нанотехнологій.  Електронний перенос і принцип дії сонячних елементів. Механізм процесу плазмохімічного травлення.
7	7 тиждень	Модульна контрольна робота

### Практичні роботи

Метою практичних робіт є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення освітньої компоненти «Нанохімія і наноматеріали». Для цього на практичних заняттях детально розглядаються сучасні методи глибокого аналізу наноматеріалів та моделюють їх властивості.

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи
1	Нанокластери та наночастинки	Розрахунок кластерів та геометрії наночастинок різних сполук
2	Творчі завдання	Хімічне моделювання оксидних наноматеріалів в середовищах Vesta, Diamond
3	Творчі завдання	Хімічне моделювання оксидних наноматеріалів в середовищах HyperChem, NWChem
4	Творчі завдання	Глибокий аналіз наноматеріалів сучасними фізико-хімічними методами (спектроскопією)
5	Творчі завдання	Глибокий аналіз наноматеріалів сучасними фізико-хімічними методами (рентгенівські методи аналізу)
6	Розрахункова графічна робота	Перевірка та захист РГР
7	Підсумкове заняття	Підведення підсумку

### Лабораторні роботи

Метою лабораторних робіт є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях, а також придбання практичних навичок за темами освітньої компоненти. Передбачається також самостійна робота з літературними джерелами в ході вивчення освітньої компоненти «Нанохімія і наноматеріали». Для цього на лабораторних заняттях детально приділяється увага не тільки напрацюванню практичних навичок, але й придбанню досвіду в області наноматеріалів.

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи	
1	Техніка безпеки. Синтез наночастинок металів (Au, Ag, Cu) та дослідження їх оптичних та антибактеріальних властивостей	Допуск до роботи в науковій лабораторії. Одержання металевих частинок у розчинах методом відновлення	4
2	Синтез наночастинок металів (Au, Ag, Cu) та дослідження їх	Дослідження одержаних наночастинок	4

	<i>оптичних та антибактеріальних властивостей</i>	<i>спектрофотометричним методом</i>	
3	<i>Синтез гідроксилапатиту і дослідження його фізико-хімічних властивостей</i>	<i>Отримання наноструктурованого гідроксиапатиту</i>	4
4	<i>Синтез гідроксилапатиту і дослідження його фізико-хімічних властивостей</i>	<i>Дослідження властивостей рентгенівськими методами та спектроскопією</i>	6
5	<i>Синтез наномагнетиту та магнітних рідин на його основі</i>	<i>Одержання наномагнетиту</i>	4
6	<i>Синтез наномагнетиту та магнітних рідин на його основі</i>	<i>Вивчення магнітних характеристик одержаного наномагнетиту</i>	4
7	<i>Синтез квантових точок і зняття оптичних спектрів</i>	<i>Отримання квантових точок та їх стабілізація</i>	4
8	<i>Синтез квантових точок і зняття оптичних спектрів</i>	<i>Дослідження властивостей абсорбційною спектроскопією</i>	4
9	<i>Нанобіокаталіз</i>	<i>Проведення ферментативного каталітичного розкладання пероксиду водню</i>	4
10	<i>Нанобіокаталіз</i>	<i>Порівняння ферментативного каталізу з гомогенним та гетерогенним каталізом</i>	6
11	<i>Наноматеріали у сонячній енергетиці</i>	<i>Конструювання сонячного елемента з використанням наноматеріалів</i>	6
12	<i>Залікове заняття</i>	<i>До відома здобувача ВО доводиться кількість балів, яку вони набрали впродовж семестру.</i>	2

## **6. Самостійна робота здобувача вищої освіти рівня PhD**

*Самостійна робота з.в.о. протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовку до практичних та лабораторних робіт, їх захисту, а також, підготовку до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:*

<i>Вид СР</i>	<i>Кількість годин на підготовку</i>
<i>Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу</i>	<i>4-5 годин на тиждень</i>
<i>Підготовка до контрольних заходів з практичного матеріалу</i>	<i>10 годин</i>
<i>Підготовка та виконання РГР</i>	<i>20 годин</i>
<i>Підготовка до захисту лабораторних робіт</i>	<i>10 години</i>

**Політика та контроль****7. Політика освітньої компоненти**

У звичайному режимі роботи університету лекції, практичні та лекційні роботи проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні та практичні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, лабораторні роботи – в навчальних аудиторіях. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій, практичних та лекційних робіт є обов'язковим.

На початку деяких лекцій проводиться опитування за матеріалами попередніх лекцій із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms). Перед початком чергової теми лектор надсилає лекційний матеріал із застосуванням інтерактивних засобів з метою визначення рівня обізнаності здобувачів вищої освіти за даною темою та підвищення зацікавленості. На початку кожного практичного заняття проводиться опитування за матеріалами попереднього із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms).

*Правила захисту практичних та лекційних робіт:*

1. До захисту робіт допускаються здобувачі ВО, які правильно виконали роботу.
2. Захист відбувається за графіком, зазначеним у п.5.
3. Після перевірки завдання викладачем на захист виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.

*Політика строків здачі та перескладань:* визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського

*Політика щодо академічної доброчесності:* визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету.

**8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

Види контролю встановлюються відповідно до Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського:

1. Поточний контроль: опитування на практичних та лабораторних роботах, МКР.
2. Семестровий контроль: письмовий екзамен.

***Рейтингова система оцінювання результатів навчання з освітньої компоненти «Нанохімія та наноматеріали»***

Рейтинг з.в.о. з освітньої компоненти розраховується виходячи із рейтингу продовж семестру та відповіді на екзамені за 100-бальною шкалою. Рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що здобувач ВО отримує за:

- 1) активну участь на всіх лабораторних заняттях;
  - 2) активну участь на всіх практичних заняттях;
  - 3) виконання РГР;
  - 4) виконання МКР;
  - 5) відповідь на екзамені (письмово).
1. **Лабораторні роботи:**  
«відмінно», творче розкриття одного з питань, вільне володіння матеріалом – 2 бали;  
«добре», глибоке розкриття одного з питань дискусії – 1,5 бали;  
«задовільно», активна участь на практичному занятті – 1 бал;  
«незадовільно» – 0 балів.
  2. **Практичні роботи:**

«відмінно», творче розкриття одного з питань, вільне володіння матеріалом – 3 бали;  
«добре», глибоке розкриття одного з питань дискусії – 2 бали;  
«задовільно», активна участь на практичному занятті – 1 бали;  
«незадовільно» – 0 балів;  
присутність на лабораторному занятті – 2 бали.

3. Розрахунково-графічна робота:

«відмінно», виконані всі вимоги до роботи – 14-15 балів;  
«добре», виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки – 11-13 балів;  
«задовільно», обґрунтоване розкриття проблеми з певними недоліками – 9-10 балів;  
«незадовільно», не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

4. Модульна контрольна робота:

«відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 7-8 балів;  
«добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 6 балів;  
«задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 5 балів;  
«незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 6 балів) – 0 балів.

Максимальна сума балів, яку студент може набрати протягом семестру, складає 60 балів:

$$RC = r_{лб} + r_{пр} + r_{рзр} + r_{мкр} = 12 + 15 + 15 + 8 = 50 \text{ балів.}$$

Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних та практичних занять, написання МКР, виконання та захист розрахункової роботи та кількість рейтингових балів не менше 30.

**На екзамені** з.в.о. виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних запитання (завдання) і одне практичне. Кожне запитання (завдання) оцінюється за такими критеріями: кожне теоретичне питання оцінюється у 15 балів, а практичне – 20 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 13-15 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 11-12 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 9-10 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Система оцінювання практичного запитання:

- «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання – 18-20 балів;
- «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 15-17 балів;
- «задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 12-14 балів;
- «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

Таблиця відповідності отриманих балів впродовж семестру та на екзамені 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



## **9. Додаткова інформація з освітньої компоненти**

*Перелік запитань до екзамену наведені у Google Classroom «Нанохімія і наноматеріали» (платформа Sikorsky-distance).*

### **Робочу програму освітньої компоненти (силабус):**

**Складено** доцентом кафедри ТНР В та ЗХТ, д.т.н., доцентом Донцовою Тетяною Анатоліївною

**Ухвалено** кафедрою ТНР В та ЗХТ (протокол № 22 від 29.06.2022 р.)

**Погоджено** Методичною комісією факультету<sup>1</sup> (протокол № 10 від 23.06.2022 р.)

---

<sup>1</sup> Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.