

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра технології конструкційних матеріалів та матеріалознавства

ЗАТВЕРДЖЕНО

Факультет конструювання та дизайну
« ____ » червня 2025 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ВКС13. ІНДУСТРІАЛЬНІ НАНОМАТЕРІАЛИ ТА НАНОТЕХНОЛОГІЇ

Галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність G19 «Будівництво та цивільна інженерія»
Освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»
Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
Факультет конструювання та дизайну

Розробник: завідувач кафедри технології конструкційних матеріалів та
матеріалознавства, професор, доктор техн. наук
асистент

Костянтин ЛОПАТЬКО
Катерина ВІНАРЧУК

Опис навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Індустріальні наноматеріали та нанотехнології» є комплексною дисципліною, що містить основні відомості про способи отримання нанорозмірних матеріалів та методи їх фізичного і хімічного аналізу, вивчення будови та властивостей, технології використання, отриманих ефектів від їхнього застосування.

В даному курсі передбачається вивчення технологічних принципів отримання металевих наноматеріалів методом електроіскрового синтезу, визначення основних фізико-технологічних параметрів процесу, їх впливу на морфологічні особливості наночастинок металів та фізико-хімічні властивості отриманих матеріалів.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Магістр	
Спеціальність	G19 «Будівництво та цивільна інженерія»	
Освітня програма	Будівництво та цивільна інженерія	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	вибіркова	
Загальна кількість годин	90 год	
Кількість кредитів ECTS	3	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	—	
Форма контролю	екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	Форма здобуття вищої освіти	
	денна	заочна
Курс (рік підготовки)	1	
Семестр	2	
Лекційні заняття	30 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	—	год.
Лабораторні заняття	30 год.	год.
Самостійна робота	30 год.	год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	3 год.	

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є вивчення структурних, фізико-хімічних та токсикологічних аспектів безпеки матеріалів і процесів наноіндустрії, а також технічне та технологічне забезпечення виробництва нанопродукції.

Завданням навчальної дисципліни є:

- вивчення основних причин виникнення загроз, пов'язаних з розвитком наноіндустрії, а також ризиків людини і навколишнього середовища у зв'язку з розвитком процесів наноіндустрії та виробництва наноматеріалів.
- вивчення механізмів впливу продуктів наноіндустрії на технічні об'єкти, зміни їх властивостей, основні напрямки та галузі використання нанорозмірних об'єктів, синтез продуктів наноіндустрії і розвиток технологій їх використання, а також питань попередньої оцінки ризиків, пов'язаних з застосуванням наноматеріалів та технологій їх отримання.
- формування технологічних підходів щодо заходів з можливою нейтралізацією і зменшенню ймовірності нанозагроз, а також формуванню навичок проектування елементів технологічних циклів виробництва наноматеріалів, нано- та мікросистем з мінімально допустимими ризиками для людини і навколишнього середовища.

Набуття компетентностей:

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК02. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.

– *Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК)*

СК08. Здатність інтегрувати знання з інших галузей для розв'язання складних задач у широких або мультидисциплінарних контекстах.

СК09. Здатність до аналізу сучасних напрямів, тенденцій розвитку будівельної галузі, синтезу нових ідей та їх реалізації.

СК12. Здатність використовувати іноземну мову в професійній сфері: спілкування в усній та письмовій формах; пошук наукової, нормативної та технічної літератури; робота з програмним забезпеченням.

– *Програмні результати навчання (ПРН):*

ПРН2. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем в галузі будівництва та цивільної інженерії для розв'язування складних задач професійної діяльності.

ПРН6. Застосовувати сучасні математичні методи для аналізу статистичних даних, розрахунку та оптимізації параметрів проектування та технологічних процесів зведення будівель та споруд.

ПРН8. Відслідковувати найновіші досягнення в обраній спеціалізації, застосовувати їх для створення інновацій.

ПРН11. Дотримуватись норм академічної доброчесності, знати основні правові норми щодо захисту інтелектуальної власності, комерціалізації результатів науково-дослідної, винахідницької та проектної діяльності.

ПРН12. Здатність розв'язувати проблеми будівництва та цивільної інженерії у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності.

2. Програма та структура навчальної дисципліни для:
 – повного терміну денної і заочної форми навчання

Назва змістовних модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма							заочна форма					
	тижні	усього	в тому числі					усього	в тому числі				
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Модуль № 1 <i>Синтез та характеристика наноматеріалів</i>													
Тема 1. Введення у дисципліну. Класифікація та методи отримання наноматеріалів	2	12	4	–	4	–	4						
Тема 2. Методи дослідження та атестації структурних фізичних і хімічних характеристик наноматеріалів	2	12	4	–	4	–	4						
Тема 3. Особливості будови та експлуатаційні властивості наноматеріалів у модифікованих матеріалах	2	12	4	–	4	–	4						
Тема 4. Наноматеріали у біологічних системах.	2	12	4	-	4		4						
Всього за модулем 1	48		16	–	16	–	16						
Модуль № 2. <i>Токсикологія та використання наноматеріалів</i>													
Тема 5. Оцінка та запобігання ризиків пов'язаних з наноіндустрією. Токсикологічний вплив наноматеріалів. Екотоксикологія.	2	12	4	–	4	–	4						
Тема 6. Колоїдна форма наноматеріалів у процесах модифікування будівельних матеріалів.	2	12	4	–	4	–	4						
Тема 7. Перспективні напрямки	2	12	4	–	4	–	4						

застосування наноматеріалів у техніці та технологіях.													
Тема 8. Технологічні заходи для забезпечення безпеки при виробництві та використанні наноматеріалів	1	6	2	–	2	–	2						
Всього за модулем 2	42	14	–	14	–	14							
Усього по дисципліні	90	30	–	30	–	30							

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Введення у дисципліну. Класифікація та методи отримання наноматеріалів	4
2.	Методи дослідження та атестації структурних, фізичних і хімічних характеристик наноматеріалів	4
3.	Особливості будови та експлуатаційні властивості наноматеріалів у модифікованих матеріалах	4
4.	Наноматеріали у біологічних системах.	4
5.	Оцінка та запобігання ризиків пов'язаних з наноіндустрією. Токсикологічний вплив наноматеріалів. Екотоксикологія	4
6.	Колоїдна форма наноматеріалів у процесах модифікування будівельних матеріалів.	4
7.	Перспективні напрямки застосування наноматеріалів у техніці та технологіях.	4
8.	Технологічні заходи для забезпечення безпеки при виробництві та використанні наноматеріалів	2
	Усього годин	30

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Вивчення основних електрофізичних параметрів електроіскрового синтезу наноматеріалів.	4
2.	Дослідження кінетичної та агрегативної стійкості колоїдних розчинів	4
3.	Вивчення фізико-хімічних характеристик колоїдних розчинів металів.	4
4.	Вивчення токсичності та токсичної дії наноматеріалів на біологічні об'єкти	4
5.	Методи дослідження дисперсності твердої фази колоїдних розчинів.	4
6.	Вивчення методів стабілізації агрегативної стійкості колоїдних розчинів.	4
7.	Аналіз способів внесення наноматеріалів в технологічне середовище.	4
8.	Оцінка ефективності заходів індивідуального захисту при роботі із наноматеріалами.	2
	Усього годин	30

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Об'єкти та предмети вивчення науки про наноматеріали.	4
2	Різноманітність методів та способів синтезу наночастинок матеріалів. Фізичні явища та процеси, що покладені в основу того, чи іншого способу отримання.	4
3	Сучасні фізичні методи діагностики ультрадисперсних матеріалів та наночастинок металів.	4
4	Особливості внутрішньої будови та параметри наночастинок металів, що відповідають за їх токсичність.	4
5	Основні та перспективні напрями використання наноматеріалів у промислових технологіях.	4
6	Технології синтезу та використання нанорозмірних об'єктів у промислових технологічних процесах .	4
7	Сучасні неруйнівні фізичні методи діагностики та контролю конструкційних матеріалів.	4
8	Соціально-економічні наслідки використання сучасних технологій та виробничих процесів із реалізацією особливих властивостей речовини у нанорозмірному стані.	2
Усього		30

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- усне або письмове опитування;
- співбесіда;
- тестування;
- захист лабораторних/практичних, розрахункових/графічних робіт, проєктів.

7. Методи навчання:

- метод практико-орієнтованого навчання;
- метод проєктного навчання;
- метод перевернутого класу, змішаного навчання;
- метод навчання через дослідження;
- метод навчальних дискусій та дебат;
- метод командної роботи, мозкового штурму

8. Оцінювання результатів навчання.

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національну оцінку згідно чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України».

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1. Синтез та характеристика наноматеріалів		
Лабораторна робота №1. Вивчення основних електрофізичних параметрів електроіскрового синтезу наноматеріалів.	Реєстрація основних електрофізичних параметрів іскрового процесу: напруги, сили струму, частоти. Захист лабораторної роботи	9
Самостійна робота №1. Об'єкти та предмети вивчення науки про наноматеріали.	Створити конспект за темою: «Нанорозмірні матеріали, класифікація та властивості»	9
Лабораторна робота №2. Дослідження кінетичної та агрегативної стійкості колоїдних розчинів	Способи забезпечення агрегативної стійкості колоїдних розчинів. Захист лабораторної роботи	9
Самостійна робота №2. Різноманітність методів та способів синтезу наночастинок матеріалів. Фізичні явища та процеси, що покладені в основу того, чи іншого способу отримання.	Створити конспект за темою: «Особливості методів синтезу наноматеріалів. Основні фізичні явища, що супроводжують визначальні процеси»	9
Лабораторна робота №3. Вивчення фізико-хімічних характеристик колоїдних розчинів металів.	Визначення електрокінетичного потенціалу, його величини та знаку. Захист лабораторної роботи	9
Самостійна робота 3. Сучасні фізичні методи діагностики ультрадисперсних матеріалів та наночастинок металів.	Створити конспект за темою: «Фізичні методи атестації наноматеріалів»	9
Лабораторна робота №4. Вивчення токсичності та токсичної дії наноматеріалів на біологічні об'єкти	Оцінка токсичності наночастинок металів на біологічні об'єкти. Захист лабораторної роботи	8
Самостійна робота №4 Особливості внутрішньої будови та параметри наночастинок металів, що відповідають за їх токсичність.	Створити конспект за темою: «Морфологія та внутрішня будова наноматеріалів»	8
Модульна контрольна робота 1.	Оцінка	30
Всього за модулем 1		100
Модуль 2. Токсикологія та використання наноматеріалів		
Лабораторна 5. Методи дослідження дисперсності твердої фази колоїдних розчинів.	Оцінка розмірного параметру наночастинок за допомогою електронної мікроскопії. Захист лабораторної роботи	8
Самостійна робота 5. Існуючі та перспективні напрями використання наноматеріалів у промислових технологіях.	Створити конспект за темою: «Прикладні властивості наноматеріалів та застосування у промислових технологіях.	8

Лабораторна робота 6. Вивчення методів стабілізації агрегативної стійкості колоїдних розчинів.	Дослідження умов стабілізації розчинів наночастинок металів. Захист лабораторної роботи	9
Самостійна робота 6. Технології синтезу та використання нанорозмірних об'єктів у промислових технологічних процесах	Створити конспект за темою: «Синтез та використання нанорозмірних об'єктів у промислових технологічних процесах»	9
Лабораторна робота 7. Аналіз способів внесення наноматеріалів в технологічне середовище.	Вивчення методів модифікації будівельних матеріалів. Захист лабораторної роботи	9
Самостійна робота 7. Сучасні фізичні методи діагностики та контролю конструкційних матеріалів.	Створити конспект за темою: «Фізичні методи аналізу конструкційних матеріалів»	9
Лабораторна робота 8. Оцінка ефективності заходів індивідуального захисту при роботі із наноматеріалами.	Вивчення методів захисту від впливу наноматеріалів	9
Самостійна робота 8. Соціально-економічні наслідки використання сучасних технологій та виробничих процесів із реалізацією особливих властивостей речовини у нанорозмірному стані.	Створити конспект за темою: «Перспективи використання наноматеріалів у виробничих галузях	9
Модульна контрольна робота 2		30
Всього за модулем 2		100
Навчальна робота	$(M1 + M2)/2 \times 0,7 \leq 70$	
Екзамен/залік	30	
Всього за курс	$(\text{Навчальна робота} + \text{екзамен}) \leq 100$	

8.2 Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна та результати складання	
	екзаменів	заліків
90–100	відмінно	зараховано
74–89	добре	
60–73	задовільно	
0–59	незадовільно	не зараховано

8.3 Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання	Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика щодо академічної доброчесності	Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Курсові роботи, реферати повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу
Політика щодо відвідування	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету)

9. Навчально-методичне забезпечення

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn

– <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=2027> - конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);

- навчальні посібники, методичні рекомендації та вказівки;

- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти.

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Афтандіянц Є.Г. Наноматеріалознавство: навчальний посібник / Є.Г. Афтандіянц, О.В. Зазимко, К.Г. Лопатько. – Херсон :ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. - 480 с.

2. Левітін Є.Я. Загальна та неорганічна хімія : підручник для студентів вищих навчальних закладів / Є.Я. Левітін, А.М. Бризицька, Р.Г. Ключова ; за заг. ред. Є.Я. Левітіна. — 3-тє вид. — Харків : НФаУ : Золоті сторінки, 2017. — 512 с.

3. Ткач О. П. Наноматеріали і нанотехнології в приладобудуванні: навчальний посібник/ О. П. Ткач – Суми.: Сумський державний університет 2014 . –125с.

4. Костржицький А.І. Фізична та колоїдна хімія: посібник/ А.І. Костржицький, О.Ю. Калінков, В.М. Тіщенко, О.М. Берегова. – К.: Центр учбової літератури, 2014. – 210 с.

5. Волошинець В.А. Фізична та колоїдна хімія: Фізико-хімія дисперсних систем та полімерів: посібник/ В.А. Волошинець. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2017. – 200с.

6. Цветкова Л.Б. Колоїдна хімія: теорія і задачі: посібник/ Л.Б. Цветкова. – Львів : Магнолія, 2019. – 292 с.

7. ДСТУ-Н Б АЗ.2-1:2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів. – Київ: Мінбуд України, 2007. – 25 с.