

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Кафедра технології конструкційних матеріалів та  
матеріалознавства**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

**Факультет конструювання та дизайну  
10 червня 2025 р.**

**РОБОЧА ПРОГРАМА  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Індустріальні наноматеріали**

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»  
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»  
Освітньо-наукова програма «Технічний сервіс машин та обладнання  
сільськогосподарського виробництва»  
Факультет конструювання та дизайну  
Розробник: Костянтин ЛОПАТЬКО, д.т.н., професор

Київ – 2025 р.

## Опис навчальної дисципліни

### ІНДУСТРІАЛЬНІ НАНОМАТЕРІАЛИ І ТЕХНОЛОГІЇ

Курс: «Індустріальні наноматеріали» є комплексною дисципліною, що містить основні відомості про способи отримання біогенних матеріалів і методи їх фізичного та хімічного аналізу вивчення їхньої будови та властивостей технології використання, отриманої ефективності.

| Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь                     |                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Освітнього ступеня                                                                  | Магістр                                                      |
| Спеціальність                                                                       | 133-Галузеве машинобудування                                 |
| Освітня програма                                                                    | Машини та обладнання<br>сільськогосподарського виробництва - |
| Характеристика навчальної дисципліни                                                |                                                              |
| Вид                                                                                 | вибіркова                                                    |
| Загальна кількість годин                                                            | 120                                                          |
| Кількість кредитів ECTS                                                             | 4                                                            |
| Кількість змістових модулів                                                         | 2                                                            |
| Курсовий проект (робота) (за наявності)                                             | -                                                            |
| Форма контролю                                                                      | екзамен                                                      |
| Показники навчальної дисципліни<br>для денної та заочної форм здобуття вищої освіти |                                                              |
|                                                                                     | Форма здобуття вищої освіти                                  |
|                                                                                     | денна                                                        |
| Курс (рік підготовки)                                                               | 2                                                            |
| Семестр                                                                             | 4                                                            |
| Лекційні заняття                                                                    | 15 год.                                                      |
| Практичні, семінарські заняття                                                      | -                                                            |
| Лабораторні заняття                                                                 | 15 год.                                                      |
| Самостійна робота                                                                   | 90 год.                                                      |
| Кількість тижневих аудиторних годин<br>для денної форми здобуття вищої<br>освіти    | 3 год.                                                       |

## **1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни**

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

### ***Набуття компетентностей:***

- інтегральна компетентність(ІК):

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми галузевого машинобудування, що передбачають дослідження та/або здійснення інновацій та характеризуються невизначеністю умов та вимог.

- загальні компетенції (ЗК):

ЗК1. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК3. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК7. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК8. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

- спеціальні (фахові) компетентності спеціальності (СК):

СК1. Здатність створювати, удосконалювати та застосовувати кількісні математичні, наукові і технічні методи та комп'ютерні програмні засоби, застосовувати системний підхід для розв'язування інженерних задач галузевого машинобудування, зокрема, в умовах технічної невизначеності.

СК2. Критичне осмислення передових для галузевого машинобудування наукових фактів, концепцій, теорій, принципів та здатність їх застосовувати для розв'язання складних задач галузевого машинобудування і забезпечення сталого розвитку.

СК3. Здатність створювати нові техніку і технології в галузі механічної інженерії.

СК4. Усвідомлення перспективних завдань сучасного виробництва, спрямованих на задоволення потреб споживачів, володіння тенденціями інноваційного розвитку технологій галузі.

СК5. Здатність розробляти і реалізовувати плани й проекти у сфері галузевого машинобудування та дотичних видів діяльності, здійснювати відповідну підприємницьку діяльність.

### ***Програмні результати навчання (ПРН):***

РН1. Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі.

РН2. Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку.

РН4. Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні.

РН5. Аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи.

РН6. Відшукувати потрібну наукову і технічну інформацію в доступних джерелах, зокрема, іноземною мовою, аналізувати і оцінювати її.

РН7. Готувати виробництво та експлуатувати вироби галузевого машинобудування протягом життєвого циклу.

## 2. Програма та структура навчальної дисципліни:

| Назви змістових модулів і тем                                                                                      | Кількість годин |                |              |   |     |     |      |              |              |    |     |     |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------|--------------|---|-----|-----|------|--------------|--------------|----|-----|-----|------|
|                                                                                                                    | денна форма     |                |              |   |     |     |      | Заочна форма |              |    |     |     |      |
|                                                                                                                    | тижні           | вс<br>ьо<br>го | у тому числі |   |     |     |      | всь<br>ого   | у 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   |
| <b>Модуль 1. <i>Методи отримання та дослідження наноматеріалів</i></b>                                             |                 |                |              |   |     |     |      |              |              |    |     |     |      |
| Тема 1. Введення у дисципліну. Класифікація та методи отримання наноматеріалів                                     | 1-3             | 26             | 3            | - | 3   | -   | 20   | -            | -            | -  | -   | -   | -    |
| Тема 2. Методи дослідження структурних, фізичних і хімічних характеристик наноматеріалів                           | 4-5             | 24             | 2            | - | 2   | -   | 20   | -            | -            | -  | -   | -   | -    |
| Тема 3. Оцінка та запобігання ризиків пов'язаних з Наноіндустрією                                                  | 6-7             | 14             | 2            |   | 2   |     | 10   |              |              |    |     |     |      |
| Разом за модулем 1                                                                                                 | 64              |                | 7            | - | 7   | -   | 50   | -            | -            | -  | -   | -   | -    |
| <b>Модуль 2. <i>Токсикологія наноматеріалів</i></b>                                                                |                 |                |              |   |     |     |      |              |              |    |     |     |      |
| Тема 1. Токсикологічний вплив наноматеріалів.                                                                      | 8-10            | 26             | 2            | - | 2   | -   | 15   | -            | -            | -  | -   | -   | -    |
| Тема 2. Характеристики наночастинок, що визначають їх потенційну токсичність. Екотоксикологічна дія наноматеріалів | 11-12           | 26             | 2            | - | 2   | -   | 15   | -            | -            | -  | -   | -   | -    |
| Тема 3. Технічні засоби для забезпечення безпеки при виробництві нанопродукції                                     | 13-15           | 16             | 4            | - | 4   | -   | 10   | -            | -            | -  | -   | -   | -    |

|                     |            |           |   |           |   |           |   |   |   |   |   |   |
|---------------------|------------|-----------|---|-----------|---|-----------|---|---|---|---|---|---|
| Разом за модулем 2  | 68         | 8         | - | 8         | - | 40        | - | - | - | - | - | - |
| <b>Усього годин</b> | <b>120</b> | <b>15</b> | - | <b>15</b> | - | <b>90</b> | - | - | - | - | - | - |

### 3. Теми лекцій

| № з/п | Назва теми                                                                                                    | Кількість годин |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1     | Введення у дисципліну. Класифікація та методи отримання наноматеріалів                                        | 4               |
| 2     | Методи дослідження структурних, фізичних і хімічних характеристик наноматеріалів                              | 2               |
| 3     | Оцінка та запобігання ризиків пов'язаних з наноіндустрією                                                     | 2               |
| 4     | Токсикологічний вплив наноматеріалів.                                                                         | 2               |
| 5     | Характеристики наночастинок, що визначають їх потенційну токсичність.<br>Екотоксикологічна дія наноматеріалів | 3               |
| 6     | Технічні засоби для забезпечення безпеки при виробництві нанопродукції                                        | 2               |

### 4. Теми лабораторних занять

| № з/п         | Назва теми                                                                                                   | Кількість годин |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1             | Вивчення основних технологічних параметрів електроіскрового синтезу наноматеріалів.                          | 3               |
| 2             | Технічні засоби контролю електрофізичних параметрів синтезу наноматеріалів                                   | 2               |
| 3             | Вивчення фізико-хімічних характеристик колоїдних розчинів металів.                                           | 3               |
| 4             | Методи дослідження дисперсності твердої фази колоїдних розчинів.                                             | 3               |
| 5             | Технології введення наноматеріалів в технологічне середовище.                                                | 2               |
| 6             | Техніка та технології визначення потенційних небезпек наноматеріалів для людини та навколишнього середовища. | 2               |
| <b>Усього</b> |                                                                                                              | <b>15</b>       |

## 5. Теми самостійної роботи

| № з/п         | Назва теми                                                                                                                                                   | Кількість годин |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1             | Об'єкти та предмети вивчення науки про наноматеріали.                                                                                                        | 9               |
| 2             | Різноманітність методів та способів синтезу наночастинок матеріалів. Фізичні явища та процеси, що покладені в основу того, чи іншого способу отримання.      | 9               |
| 3             | Сучасні фізичні методи діагностики ультрадисперсних матеріалів та наночастинок металів.                                                                      | 9               |
| 4             | Особливості внутрішньої будови та параметри наночастинок металів, що відповідають за їх токсичність.                                                         | 9               |
| 5             | Основні та перспективні напрями використання наноматеріалів у промислових технологіях.                                                                       | 9               |
| 6             | Технології синтезу та використання нанорозмірних об'єктів у промислових технологічних процесах .                                                             | 9               |
| 7             | Сучасні неруйнівні фізичні методи діагностики та контролю конструкційних матеріалів.                                                                         | 9               |
| 8             | Соціально-економічні наслідки використання сучасних технологій та виробничих процесів із реалізацією особливих властивостей речовини у нанорозмірному стані. | 9               |
| 9             | Об'єкти патентування у галузі отримання та використання наноматеріалів.                                                                                      | 9               |
| 10            | Перспективи використання наноматеріалів у галузях АПК.                                                                                                       | 9               |
| <b>Усього</b> |                                                                                                                                                              | <b>90</b>       |

## 6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен;
- модульні тести;
- захист лабораторних робіт;
- інші види.

## 7. Методи навчання.

### 1) Словесні:

- лекції;

### 2) Наочні:

- слайди, відео, наочний матеріал (деталі, схеми, стенди).

### 3) Практичні:

- лабораторні роботи;
- самостійна робота.

## 8. Оцінювання результатів навчання.

Оцінюють знання здобувача вищої освіти за 100-бальною шкалою, яку переводить у національну оцінку згідно з чинним «Положенням про екзамени та заліки у НУБіП України»

### 8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

| Вид навчальної діяльності                                                  | Результати навчання                                                                                                                                              | Оцінювання |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Модуль 1. <i>Методи отримання та дослідження наноматеріалів</i></b>     |                                                                                                                                                                  |            |
| Лекція 1                                                                   | Знати основні принципи та методи отримання наноматеріалів, фізичні явища, що їх супроводжують;                                                                   | -          |
| Лабораторна 1                                                              |                                                                                                                                                                  | 20         |
| Лекція 2                                                                   | Вміти проводити атестацію отриманих наноматеріалів, використовуючи сучасний інструментарій та методологію досліджень                                             | -          |
| Лабораторна 2                                                              |                                                                                                                                                                  | 20         |
| Лекція 3                                                                   |                                                                                                                                                                  | 20         |
| Лабораторна 3                                                              |                                                                                                                                                                  | 20         |
| Самостійна робота                                                          |                                                                                                                                                                  | -          |
| Модульна контрольна робота 1.                                              |                                                                                                                                                                  | 40         |
| <b>Разом за модулем 1</b>                                                  |                                                                                                                                                                  | <b>100</b> |
| <b>Модуль 2. <i>Технологія модифікованих конструкційних матеріалів</i></b> |                                                                                                                                                                  |            |
| Лекція 4                                                                   | Знати основи використання фізичних характеристик наноматеріалів для покращення експлуатаційних властивостей конструкційних матеріалів та надійності конструкцій; | -          |
| Лабораторна 4                                                              |                                                                                                                                                                  | 20         |
| Лекція 5                                                                   | Вміти проводити оцінку потенційних небезпек використання наноматеріалів у технічних та біологічних системах.                                                     | -          |
| Лабораторна 5                                                              |                                                                                                                                                                  | 20         |
| Лекція 6                                                                   |                                                                                                                                                                  | -          |
| Лабораторна 6                                                              |                                                                                                                                                                  | 20         |
| Самостійна робота                                                          |                                                                                                                                                                  | -          |
| Модульна контрольна робота                                                 |                                                                                                                                                                  | 40         |
| <b>Разом за модулем 2</b>                                                  |                                                                                                                                                                  | <b>100</b> |
| <b>Навчальна робота</b>                                                    |                                                                                                                                                                  | <b>70</b>  |
| <b>Екзамен</b>                                                             |                                                                                                                                                                  | <b>30</b>  |
| <b>Разом за 4 семестр</b>                                                  |                                                                                                                                                                  | <b>100</b> |

### 8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

|                                      |                                                   |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Рейтинг здобувача вищої освіти, бали | Оцінка за національною системою (екзамени/заліки) |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------|

|        |              |
|--------|--------------|
| 90-100 | відмінно     |
| 74-89  | добре        |
| 60-73  | задовільно   |
| 0-59   | незадовільно |

### 8.3. Політика оцінювання

|                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Політика щодо дедлайнів та перескладання:</b> | Студент повинен здавати роботи в визначені викладачем терміни. Роботи, що здаються з порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).                                                  |
| <b>Політика щодо академічної доброчесності:</b>  | 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                                                                                                               |
| <b>Політика щодо відвідування:</b>               | Студент зобов'язаний щодня відвідувати заняття всіх видів відповідно до встановленого розкладу, не запізнюватися, мати відповідний зовнішній вигляд. 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 «Індустріальні наноматеріали і технології»

- <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=2027>
- конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);
- підручники, навчальні посібники, практикуми;
- методичні вказівки для виконання лабораторних робіт;
- методичні вказівки для виконання курсової роботи;
- стенди, плакати;
- вимірювальне обладнання та різні пристосування для верстатів.

## 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.