

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**  
Кафедра технології конструкційних матеріалів та матеріалознавства

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Декан факультету  
конструювання та дизайну



Зіновій РУЖИЛО  
\_\_\_\_\_ 2024 р.

**РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО**  
на засіданні кафедри ТКМіМ

Протокол № 15 від “14”05.2024 р.

Завідувач кафедри  
Костянтин ЛОПАТЬКО

**«РОЗГЛЯНУТО»**

Гарант ОП  
Технічний сервіс машин та обладнання  
сільськогосподарського виробництва

Андрій НОВИЦЬКИЙ

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**Індустріальні наноматеріали**

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»  
Освітня програма – «Технічний сервіс машин та обладнання  
сільськогосподарського виробництва»  
Спеціальність – 133 «Галузеве машинобудування»  
Факультет конструювання та дизайну

Розробники: Костянтин ЛОПАТЬКО, лектор, д.т.н., професор  
Євгеній АФТАНДІЛЯНЦ, д.т.н., професор  
Катерина Винарчук, асистент

Київ – 2024 р.

## Опис навчальної дисципліни

### ІНДУСТРІАЛЬНІ НАНОМАТЕРІАЛИ

(назва)

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітнього ступеня	Магістр	
Напрямок підготовки		
Спеціальність	133-Галузеве машинобудування	
Спеціалізація	-	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	3	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	-	
Форма контролю	іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	Денна форма здобуття вищої освіти	Заочна форма здобуття вищої освіти
Курс (рік підготовки)	1	-
Семестр	2	-
Лекційні заняття	15 год.	-
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	15 год.	-
Самостійна робота	90 год.	-
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	2 год.	-

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

Загальну технологічну підготовку майбутніх конструкторів у ВНЗ України забезпечує курс: «Індустріальні наноматеріали», яка є комплексною дисципліною, що містить основні відомості щодо способів отримання

наноматеріалів, зокрема біогенних металів. Вивчаються методи фізичного та хімічного аналізу, визначення їх будови та властивостей, технології та екологічних наслідків їх використання.

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

## **1.2. Завдання вивчення дисципліни**

- вивчення основних причин виникнення загроз, пов'язаних з розвитком наноіндустрії, а також ризиків людини, тварин, рослин і навколишнього середовища у зв'язку з розвитком процесів наноіндустрії та виробництвом наноматеріалів.
- вивчення механізмів впливу продуктів наноіндустрії на біологічні об'єкти, основні напрямки нейтралізації загроз, пов'язаних з використанням продуктів наноіндустрії і розвитком технології їх створення, а також питань попередньої оцінки ризиків, пов'язаних з використанням наноматеріалів та процесів отримання наноматеріалів.
- формування уявлень про заходи з нейтралізації і зменшенню ймовірності нанозагроз, а також виробленню навичок проектування елементів технологічних циклів виробництва наноматеріалів, нано- та мікросистем з мінімально допустимими ризиками для людини і навколишнього середовища.

На лабораторних заняттях студенти виконують самостійно (під керівництвом викладача) на попередньо підготовленому матеріалі завдання відповідної лабораторної роботи. Результати лабораторних досліджень заносяться в журнал лабораторних робіт.

На теоретичному курсі дисципліни проводиться систематичний контроль знань студентів за пройденими розділами.

**Набуття компетентностей:**

**Інтегральна компетентність:** здатність розв'язувати складні задачі і проблеми галузевого машинобудування, що передбачають дослідження та/або здійснення інновацій та характеризуються невизначеністю умов та вимог.

**Загальні компетентності (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.

**Фахові (спеціальні) компетентності (ФК):**

**СК1.** Здатність створювати, удосконалювати та застосовувати кількісні математичні, наукові й 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:

**PH1.** Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі.

**PH2.** Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку.

**PH4.** Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні.

**PH5.** Аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи.

**PH6.** Відшукувати потрібну наукову і технічну інформацію в доступних джерелах, зокрема, іноземною мовою, аналізувати і оцінювати її.

**PH7.** Готувати виробництво та експлуатувати вироби галузевого машинобудування протягом життєвого циклу.

## 2. Програма та структура навчальної дисципліни для:

- повного терміну денної (заочної) форми навчання здобуття вищої освіти.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма							Заочна форма					
	ти жн і	всьо го	у тому числі					всь 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>Змістовий модуль 1. Класифікація наноматеріалів</b>													
Тема 1. Введення у дисципліну	1-2		2	-	2	-	12	-	-	-	-	-	-
Тема 2. Класифікація та методи отримання наноматеріалів	3-4		2	-	2	-	12	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 1			4	-	4	-	24	-	-	-	-	-	-
<b>Змістовий модуль 2. Методи отримання та дослідження</b>													
Тема 1. Методи дослідження структурних, фізичних і хімічних характеристик наноматеріалів	5-6		2	-	2	-	12	-	-	-	-	-	-

Тема 2. Характеристики наночастинок, що визначають їх потенційну токсичність	7-8		2	-	2	-	12	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 2			4	-	4	-	24	-	-	-	-	-	-
<b>Змістовий модуль 3. Токсикологія наноматеріалів</b>													
Тема 1. Токсикологічний вплив наноматеріалів.	9- 10		2	-	2	-	12	-	-	-	-	-	-
Тема 2. Екотоксикологічні дія наноматеріалів	11- 12		2	-	2	-	12	-	-	-	-	-	-
Тема 3. Оцінка та запобігання ризиків пов'язаних з Наноіндустрією Тема 4. Технічні засоби для забезпечення безпеки при виробництві нанопродукції	13- 14  15		2  1	-  -	2  1	-  -	12  8	-  -	-  -	-  -	-  -	-  -	-  -
Підсумкова (контрольна) робота	11		1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 3			7	-	7	-	42	-	-	-	-	-	-
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>		<b>15</b>	<b>-</b>	<b>15</b>	<b>-</b>	<b>90</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

### 3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення основних електрофізичних параметрів електроіскрового синтезу наноматеріалів.	2
2	Дослідження кінетичної та агрегативної стійкості колоїдних розчинів	2
3	Вивчення фізико-хімічних характеристик колоїдних розчинів металів.	2
4	Методи дослідження дисперсності твердої фази колоїдних розчинів.	2
5	Вивчення методів стабілізації агрегативної стійкості колоїдних розчинів.	2

6	Аналіз способів внесення наноматеріалів в технологічне середовище.	2
7	Аналіз потенційних безпек для людини та навколишнього середовища	2
8	Контрольна робота	1

#### 4. Темы для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Об'єкти та предмети вивчення науки про наноматеріали.	2
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.	2
5	Основні та перспективні напрями використання наноматеріалів у галузях АПК.	4
6	Механізми біологічної дії та впливу нанорозмірних матеріалів та агросферу та людину.	4
7	Соціально-економічні наслідки використання сучасних технологій та виробничих процесів із реалізацією особливих властивостей речовини у нанорозмірному стані.	2
8	Що таке розмірний ефект в технологіях наноматеріалів?	4
9.	Чому відповідає одиниця НАНО?	4
10.	Що таке фулерени.	2
11	Що таке магнітна рідина?	4
12	Як величина тунельного струму при роботі тунельного мікроскопа залежить від відстані між вістрям голки і досліджуваним зразком?	4
13	Що таке гранулометричний склад нанодисперсного	4

	порошку?	
14	Як змінює внесок міжфазної області в колоїдних розчинах в загальні властивості об'єкту при зменшенні розміру частинок.	2
15	Що таке квантова крапка?	4
16	Чому квантові крапки називають штучними атомами?	4
17	Який вигляд мають нанотрубки.	4
18	Яка з фракцій нанодисперсного порошку задає середній розмір наночастинок, який використовується як характеристика даного порошку?	4
19	Що таке питома поверхня дисперсної системи?	4
20	Технологічні принципи отримання наночастинок за принципами "зверху-вниз" що означає?	4
21	Який інструмент використовується для спостереження і дослідження нанооб'єктів і наноструктур?	2
22	Що таке самоорганізація наноструктур?	2
23	Чому в наноматеріалах виявляються квантові властивості?	2
24	Найближчі перспективи застосування нанотехнологій в сільському господарстві.	2
25	Що таке фрактальні наноструктури?	2
26	Що таке 0D-структури в класифікації наноматеріалів.	2
27	Чому колоїдні розчини наночастинок металів мають колірне забарвлення?	2
28	Що таке 1D-структури в класифікації наноматеріалів?	2
29	Що таке 2D-структури в класифікації наноматеріалів?	2
30	Чому колоїдні розчини наночастинок металів певний час зберігають свою стійкість?	2



	Всього	90
--	--------	----

### 5. Засоби діагностики результатів навчання:

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

### 6. Методи навчання.

- Словесні: лекції;
- Наочні: слайди, відео, наочний матеріал (деталі, схеми, стенди).

#### *Практичні:*

- лабораторні роботи;
- самостійна робота.

Успіх навчання загалом залежить від внутрішньої активності студентів, від характеру їхньої діяльності, то саме характер діяльності, ступінь самостійності та творчості мають бути важливими критеріями у виборі методу.

**Пояснювально-ілюстративний метод.** Студенти здобувають знання, слухаючи розповідь, лекцію, з навчальної або методичної літератури, через екранний посібник у "готовому" вигляді. Сприймаючи й осмислюючи факти, оцінки, висновки, вони залишаються в межах репродуктивного (відтворювального) мислення. Такий метод якнайширше застосовують для передавання значного масиву інформації. Його можна використовувати для викладення й засвоєння фактів, підходів, оцінок, висновків.

**Репродуктивний метод.** Ідеться про застосування вивченого на основі зразка або правила. Діяльність тих, кого навчають, є алгоритмічною, тобто відповідає інструкціям, розпорядженням, правилам - в аналогічних до представленого зразка ситуаціях.

**Метод проблемного викладення.** Використовуючи будь-які джерела й засоби, педагог, перш ніж викладати матеріал, ставить проблему, формулює пізнавальне завдання, а потім, розкриваючи систему доведень, порівнюючи

погляди, різні підходи, показує спосіб розв'язання поставленого завдання. Студенти стають ніби свідками і співучасниками наукового пошуку.

**Частково-пошуковий, або евристичний метод.** Його суть - в організації активного пошуку розв'язання висунутих педагогом (чи самостійно сформульованих) пізнавальних завдань або під керівництвом педагога, або на основі евристичних програм і вказівок. Процес мислення набуває продуктивного характеру, але його поетапно скеровує й контролює педагог або самі студенти на основі роботи над програмами (зокрема й комп'ютерними) та з навчальними посібниками. Такий метод, один з різновидів якого є евристична бесіда, - перевірений спосіб активізації мислення, спонукання до пізнання.

**Дослідницький метод.** Після аналізу матеріалу, постановки проблем і завдань та короткого усного або письмового інструктажу ті, кого навчають, самостійно вивчають літературу, джерела, ведуть спостереження й виміри та виконують інші пошукові дії. Ініціатива, самостійність, творчий пошук виявляються в дослідницькій діяльності найповніше. Методи навчальної роботи безпосередньо переходять у методи, які імітують, а іноді й реалізують науковий пошук.

## **7. Методи оцінювання.**

- контрольна робота;
- модульна контрольна робота;
- екзамен.

Контроль знань і умінь студентів (поточний і підсумковий) з дисципліни здійснюють згідно з кредитно-модульною системою організації навчального процесу. Рейтинг студента із засвоєння дисципліни визначається за 100 бальною шкалою. Він складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 70 балів, і рейтингу з атестації (екзамену) – 30 балів.

Критерії оцінки рівня знань на лабораторних, семінарських та практичних заняттях. На лабораторних заняттях кожен студент з кожної теми виконує індивідуальні завдання. Рівень знань оцінюється: “відмінно” – студент дає вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично вірні відповіді не менш ніж на 90% запитань, рішення задач та лабораторні вправи вірні, демонструє знання підручників, посібників, інструкцій, проводить узагальнення і висновки, акуратно оформляє завдання, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “добре” – коли студент володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій і розрахунків, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “задовільно” – коли студент дає правильну відповідь не менше ніж на 60% питань, або на всі запитання дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає грубі помилки, які виправляє за допомогою викладача. При цьому враховується наявність конспекту за темою завдань та самостійність; “незадовільно з можливістю повторного складання” – коли студент дає правильну відповідь не менше ніж на 35% питань, або на всі запитання дає не обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає грубі помилки. Має неповний конспект лекцій.

Підсумкова (загальна оцінка) курсу навчальної дисципліни. Є сумою рейтингових оцінок (балів), одержаних за окремі оцінювані форми навчальної діяльності: поточне та підсумкове тестування рівня засвоюваності теоретичного матеріалу під час аудиторних занять та самостійної роботи (модульний контроль); оцінка (бали) за виконання лабораторних досліджень. Підсумкова оцінка виставляється після повного вивчення навчальної дисципліни, яка виводиться як сума проміжних оцінок за змістовні модулі. Остаточна оцінка рівня знань складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 70 балів, і рейтингу з атестації (екзамену) – 30 балів.

**8. Розподіл балів, які отримують** здобувача вищої освіти. Оцінювання здобувача вищої освіти відбувається згідно положенням «Про екзамени та заліки у НУБіП України»

#### ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ

<b>Політика щодо дедлайнів та перескладання:</b>	Студент повинен здавати усі роботи в заплановані терміни до закінчення вивчення поточного модуля. Роботи, що здаються з порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модульної контрольної роботи відбувається за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний) і дозволяється в термін до закінчення наступного модуля).
<b>Політика щодо академічної доброчесності:</b>	Списування, використанні мобільних девайсів, додаткової літератури під час модульних контрольних робіт, заліків та екзаменів заборонено. Письмові роботи, реферати повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу.
<b>Політика щодо відвідування:</b>	Відвідування лекційних та лабораторних занять є обов'язковим для всіх студентів. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись згідно з індивідуальним навчальним планом, затвердженим у визначеному порядку. Пропущені лекції, після їх опрацювання здобувачем вищої освіти, відпрацьовуються у вигляді співбесіди з викладачем або в он-лайн формі. Пропущені лабораторні заняття відпрацьовуються студентами в лабораторії кафедри.

#### ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ СТУДЕНТІВ

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

Для визначення рейтингу здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни  $R_{\text{дис}}$  (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу з навчальної роботи  $R_{\text{НР}}$  (до 70 балів):  $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}}$ .

#### 9. Методичне забезпечення.

- Електронний навчальний курс навчальної дисципліни «Індустріальні наноматеріали та 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. Рекомендована література**

### **–основна:**

1. Наноматеріалознавство: Навчальний посібник / Афтанділянц Є.Г., Зазимко О.В., Лопатько К.Г. / Херсон .:ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. -480 с.  
<https://drive.google.com/file/d/1C90gCqjztnBml9hIRgXQ7D6EsEayoB4B/view?usp=sharing>
2. Наноматеріали та нанотехнології. Навчальний посібник В. Малишев, Н. Кущевська, О. Папроцька, О. Терещенко. Видавництво Університет "Україна". 2018. – 350 с.
3. Наноматеріали. Технології одержання, класифікація, властивості та застосування. В. Малышев, Н. Кущевська, О. Папроцька, А. Габ, Д. Шахнін. Видавництво Університет "Україна". 2017. – 80 с.
4. Наноматеріалознавство і нанотехнології. Кондир А.І. Наукова думка. 2019. – 230 с.
5. Посібник Наноматеріали та нанотехнології. Їх використання у харчовому виробництві. В. Малишев, В. Косенко, С. Кадомський. Видавництво Університет "Україна". 2017. – 230 с.

### **– додаткова:**

1. Нанохімія, наносистеми, наноматеріали / С.В. Волков, Є.П. Ковальчук, В.М. Огієнко, О.В. Решетняк. – Київ: Наукова думка, 2008. – 424 с.
2. Системний підхід і моделювання в наукових дослідженнях. Бутко М.П. Центр учбової літератури. 2020. – 360 с.
3. Скороход В.В., Уварова І.В., Рагуля А.В. Фізико-хімічна кінетика в наноструктурних системах Академперіодика 2001, - 150 с.