

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра технології конструкційних матеріалів та матеріалознавства

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Декан факультету  
конструювання та дизайну  
Зіновій РУЖИЛО

\_\_\_\_\_ 2023 р.




**«СХВАЛЕНО»**

на засіданні кафедри ТКМіМ

Протокол № 15 від "10" 05 2023 р.


Завідувач кафедри

 Світлані АФТАНДІЛЯНЦ

**«РОЗГЛЯНУТО»**

Гарант ОП

133 «Галузеве машинобудування»

 Вячеслав ЛОВЕЙКІН

***РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ***

**«ІНДУСТРІАЛЬНІ НАНОМАТЕРІАЛИ ТА НАНОТЕХНОЛОГІЇ В  
ТЕХНІЦІ»**

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Освітня програма Галузеве машинобудування

Факультет конструювання та дизайну

Розробник: д.т.н., професор – Костянтин Лопатько

Київ – 2023 р.

## 1. Опис навчальної дисципліни

### ІНДУСТРІАЛЬНІ НАНОМАТЕРІАЛИ ТА НАНОТЕХНОЛОГІЇ В ТЕХНІЦІ (назва)

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітнього ступеня	Магістр	
Галузь знань	13 «Механічна інженерія»	
Спеціальність	133 «Галузеве машинобудування»	
Освітня програма	«Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва»	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	90	
Кількість кредитів ECTS	3	
Кількість змістових модулів	3	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	-	
Форма контролю	<i>екзамен</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	2	-
Семестр	4	-
Лекційні заняття	10 год.	-
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	10 год.	-
Самостійна робота	70 год.	-
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	2 год.	-

## **1. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни**

Загальну технологічну підготовку майбутніх конструкторів у ВНЗ України забезпечує курс: «Індустріальні наноматеріали та нанотехнології в техніці». 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.

**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 зв'язку з розвитком процесів наноіндустрії і виробництвом наноматеріалів.
- вивчення механізмів впливу процесів 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 нанотехнологій.
- 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.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

#### **знати:**

- основні причини виникнення загроз, пов'язаних з розвитком наноіндустрії;
- ризики людини, тварин, рослин і навколишнього середовища у зв'язку з розвитком наноіндустрії, включаючи механізми впливу продуктів і процесів наноіндустрії;
- основні напрямки нейтралізації загроз, пов'язаних з використанням продуктів наноіндустрії і розвитком технології їх створення;
- основні напрямки ефективного використання продукції наноіндустрії для створення систем забезпечення безпеки;

#### **вміти:**

- здійснювати попередню оцінку ризиків, пов'язаних з використанням наноматеріалів і процесів нанотехнологій, розробляти заходи для нейтралізації та зменшення ймовірності нанозагроз;

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

По теоретичному курсу предмету проводиться систематичний контроль знань студентів по пройденим розділам.

### Набуття компетентностей:

1) *Інтегральна компетентність*: Магістр (рівень 8): здатність розв'язувати складні завдання і проблеми галузевого машинобудування, що передбачають проведення дослідження та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

2) *Загальні компетентності (ЗК)*:

ЗК1. Здатність застосовувати інформаційні та комунікаційні технології.

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

ЗК4. Здатність бути критичним та самокритичним.

ЗК5. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

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

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. Здатність втілювати передові інженерні розробки для отримання практичних результатів.

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

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

СК7. Здатність виконувати науково-практичні та прикладні дослідження в машинобудівній галузі.

4) *Програмні результати навчання (РН)*:

РН8. Планувати і виконувати наукові дослідження у сфері машинобудування, аналізувати їх результати, обґрунтовувати висновки.

### 3. Програма та структура навчальної дисципліни для:

– повного терміну денної форми навчання студентів 2 курсу 4 семестр

2023/2024 навчального року

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижн і	усього	у тому числі					усь ого	у тому числі					
			л	п	ла б	ін д	с.р .		л	п	ла б	інд	с.р .	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
<b>Змістовий модуль 1. Класифікація наноматеріалів. Методи отримання та дослідження.</b>														
<b>Тема 1. Введення. Класифікація та методи отримання наноматеріалів</b>	1	19	2	-	2	-	15	-	-	-	-	-	-	-

<b>Тема 2.</b> Методи дослідження структурних, фізичних і хімічних характеристик наноматеріалів	2	19	2	-	2	-	15	-	-	-	-	-	-
<b>Тема3..</b> Характеристики наночастинок, що визначають їх потенційну токсичність	3	19	2	-	2	-	15	-	-	-	-	-	-
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>		<b>57</b>	<b>6</b>	-	<b>6</b>	-	<b>45</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Змістовий модуль 2. Токсикологія наноматеріалів</b>													
<b>Тема 4.</b> Токсикологічний вплив наноматеріалів. Екотоксикологічні дії наноматеріалів	4	19	2	-	2	-	15	-	-	-	-	-	-
<b>Тема 5.</b> Оцінка та запобігання ризиків пов'язаних з Наноіндустрією. Технічні засоби для забезпечення безпеки при виробництві нанопродукції.	5	14	2	-	2	-	10	-	-	-	-	-	-
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>		<b>33</b>	<b>4</b>	-	<b>4</b>	-	<b>25</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Усього годин</b>		<b>90</b>	<b>10</b>	-	<b>10</b>	-	<b>70</b>	-	-	-	-	-	-

#### 4. Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Введення в дисципліну нанотехнології. Класифікація наноматеріалів. Методи отримання наноматеріалів	2
2	Методи дослідження структурних, фізичних характеристик наноматеріалів. Методи дослідження хімічних характеристик наноматеріалів	2
3	Характеристики наночастинок, що визначають їх потенційну токсичність. Токсикологічний вплив наноматеріалів. Екотоксикологічні дії наноматеріалів Шляхи потрапляння нанорозмірних об'єктів в організм. Ризики застосування наноматеріалів	2
4	Ефективність використання наноматеріалів у галузях АПК. Препаративна форма елементів мінерального живлення Механізм дії наночастинок на біологічний об'єкт	2
5	Соціально - економічні аспекти використання наноматеріалів.	2

#### 5. 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. Аналіз способів внесення наноматеріалів в технологічне середовище.	2
7	Контрольна робота	

#### 6. Зразки контрольних питань, тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

1. Що таке розмірний ефект в технологіях наноматеріалів?
2. Що таке магнітна рідина??
3. Чому відповідає одиниця НАНО?
4. Що таке фуллерени.
5. Як величина тунельного струму при роботі тунельного мікроскопа залежить від відстані між вістрям голки і досліджуваним зразком??
6. Що таке гранулометричний склад нанодисперсного порошку?
7. Як змінює внесок міжфазної області в колоїдних розчинах в загальні властивості об'єкту при зменшенні розміру частинок.
8. Що таке квантова крапка?

9. Чому квантові крапки називають штучними атомами?
10. Який вигляд мають нанотрубки.
11. Яка з фракцій нанодисперсного порошку задає середній розмір наночастинок, який використовується як характеристика даного порошку?
12. Що таке питома поверхня дисперсної системи?
13. Технологічні принципи отримання наночастинок за принципами "зверху-вниз" означає:..?
14. Який інструмент використовується для спостереження і дослідження нанооб'єктів і наноструктур?
15. Що таке самоорганізація наноструктур?
16. Чому в наноматеріалах виявляються квантові властивості?
17. Найближчі перспективи застосування нанотехнологій в сільському господарстві?
18. Що таке фрактальні наноструктури?
19. Що таке 0D-структури в класифікації наноматеріалів.
20. Що таке 1D-структури в класифікації наноматеріалів?
21. Що таке 2D-структури в класифікації наноматеріалів?
22. Чому колоїдні розчини наночастинок металів певний час зберігають свою стійкість?
23. Чому колоїдні розчини наночастинок металів мають колірне забарвлення?
24. Який фізичний ефект використовує для визначення присутності наночастинок в рідкому середовищі?
25. Що спостерігається при проходженні пучка світла через колоїдний розчин наночастинок металу.
26. Що є ядром міцели у водному колоїдному розчині наночастинок металу?
27. Що є оболонкою міцели у водному колоїдному розчині наночастинок металу?
28. Що позначає число 70 в позначенні розмірів наночастинок  $d_{70} = 10-15$  нм.
29. Що таке рівновага седиментації металевих наночастинок у колоїдному розчині?

## **7.Методи навчання.**

- 1) Словесні:
  - лекції;
- 2) Наочні:
  - слайди, відео, наочний матеріал (деталі, схеми, стенди).
- 3) Практичні:
  - лабораторні роботи;
  - технологічна практика;
  - курсова робота;
  - 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.

#### **8.Форми контролю:**

- 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 необґрунтовані, 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 засвоєності 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.

**9. Розподіл балів, які отримують здобувача вищої освіти.** Оцінювання здобувача вищої освіти відбувається згідно положенням «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 26.04.2023 р. протокол № 10 з табл. 1.

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна за 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):

$$R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}} .$$

### 10. Методичне забезпечення.

- методичні вказівки для виконання лабораторних робіт;
- методичні вказівки для виконання курсової роботи;
- стенди, плакати;
- вимірювальне обладнання та різні пристосування для верстатів.

### 11. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

#### – 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. Загальна та біонеорганічна хімія: Підручник для студентів сільськогосподарських спеціальностей вищих аграрних навчальних закладів/ О.І.Карнаухов, Д.О.Мельничук, К.О.Чеботько, В.А.Копілевич.- К.: Фенікс, 2001. -578 с.: іл.
3. Костржицький А.І., Калінков О.Ю., Тіщенко В.М., Берегова О.М. Фізична та колоїдна хімія./Навч. Пос. – К.: Центр учбової літератури.
4. Колоїдна хімія: Підручник для студентів вищих учбових закладів/ М.О.Мчедлов-Петросян, В.І.Лебідь, О.М.Глазкова, С.В.Єльцов, О.М.Дубина, В.Г.Панченко. – Х.: Фоліо, 2005. -302 с.

#### – допоміжна:

1. Белоус А. М. Физиологическая роль элементов/А. М Белоус., К Т. Коннинк. - Киев.: Наукова думка, 1991.-104 с.