

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Кораблебудівний навчально-науковий інститут
Кафедра матеріалознавства і технології металів

ЗАТВЕРДЖЕНО



Проректор з науково-педагогічної роботи

Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Нанотехнології та наноструктурне матеріалознавство

Nanotechnology and nanostructured materials science

рівень вищої освіти *другий (магістерський)*

тип дисципліни *обов'язкова*

мова викладання *українська*

Миколаїв – 2025

Робоча програма навчальної дисципліни «Нанотехнології та наноструктурне матеріалознавство» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань G «Інженерія, виробництво, будівництво», спеціальність G8 «Матеріалознавство», освітня програма «Композиційні та порошкові матеріали, покриття»

"10" 05 2025 року. – 14 с.

Розробник: *Наталія ЛЕБЕДЄВА.*, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри матеріалознавства і технології металів

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Нанотехнології та наноструктурне матеріалознавство» *узгоджено з гарантом освітньої програми*

Гарант освітньої програми «Композиційні та порошкові матеріали, покриття» канд. техн. наук, доцент *Антон КАРПЕЧЕНКО*

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Нанотехнології та наноструктурне матеріалознавство» *розглянуто на засіданні кафедри матеріалознавства і технології металів*

Протокол №10 від «28» 05 2025 р.

Завідувач кафедри

Олександр ДУБОВИЙ

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Нанотехнології та наноструктурне матеріалознавство» *розглянуто навчально-методичною комісією кораблебудівного навчально-наукового інституту*

Протокол № 7 від «13» 06 2025 р.

Голова

Олексій ЯСТРЕБА

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Нанотехнології та наноструктурне матеріалознавство» *погоджено з навчальним відділом*

Начальник відділу

Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Нанотехнології та наноструктурне матеріалознавство» *затверджена навчально-методичною радою НУК*

Протокол № 6 від «05» 06 2025 р.

Голова НМР НУК

Сергій СЛОБОДЯН

© НУК, 2025

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	7
4. Очікувані результати навчання	7
5. Програма навчальної дисциплін	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	11
7. Форми поточного та підсумкового контролю	11
8. Критерії оцінювання результатів навчання	14
9. Засоби навчання	14
10. Рекомендовані джерела інформації	15

ВСТУП

Анотація

Освітньою програмою «Композиційні та порошкові матеріали, покриття» підготовки магістрів передбачено формування у студентів системи знань щодо нанотехнологій та структури і властивостей наноматеріалів, методів отримання та застосування в інженерії композиційних, порошкових матеріалів, покриттів для підвищення функціональних характеристик деталей машин та конструкцій.

Програма передбачає комплексне застосування набутих компетенцій для розв'язання прикладних задач з вибору та розробки технологічних процесів отримання широкого класу наноматеріалів, методів дослідження наноматеріалів та їх застосування.

Ключові слова: нанотехнології, наноматеріали, наноструктура, сканувальна мікроскопія.

Abstract

The educational program "Composite and powder materials, coatings" for master's training provides students with the formation of a system of knowledge about nanotechnologies and the structure and properties of nanomaterials, methods of obtaining and using in engineering composite, powder materials, coatings to improve the functional characteristics of machine parts and structures.

The program provides for the comprehensive application of the acquired competencies for solving applied problems in the selection and development of technological processes for obtaining a wide class of nanomaterials, methods of nanomaterial research and their application.

Keywords: nanotechnology, nanomaterials, nanostructure, scanning microscopy.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 3,0	Галузь знань G «Інженерія, виробництво, будівництво»	Обов'язкова
Модулів – 1		Рік підготовки:
Змістових модулів – 3		1-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету	G8 Матеріалознавство освітня програма «Композиційні та порошкові матеріали, покриття»	Семестр
Індивідуальне науково-дослідне завдання - нема		2-й
		Лекцій
		15 год.
		Практичні, семінарські
		15 год.
		Лабораторні
Загальна кількість годин – 90		
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2; самостійної роботи студента – 4.	Освітній рівень: другий (магістерський)	Самостійна робота
		60 год.
		Індивідуальні завдання: - год.
		Вид контролю: екзамен
		Форма контролю: комбінована

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Нанотехнології та наноструктурне матеріалознавство» є формування у студентів відповідно до освітньої програми таких компетентностей:

1. СК 05. Здатність до критичного аналізу та прогнозування характеристик нових та існуючих матеріалів, параметрів процесів їх отримання і обробки та використання у виробах (або у виробничих умовах).

2. СК 09. Здатність обґрунтовано здійснювати вибір технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів і виробів, для конкретних умов експлуатації.

3. СК 1.1. Здатність розробляти технологічні процеси виготовлення композиційних та порошкових матеріалів, напилення покриттів інноваційного характеру.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є знання з дисциплін математика, фізика, хімія, прикладне матеріалознавство.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

1. ПРН 12. Формулювати та розв'язувати науково-технічні задачі для розробки виготовлення, випробування, сертифікації, утилізації матеріалів, створення та застосування ефективних технологій виготовлення виробів.

2. ПРН 17. Розв'язувати прикладні задачі виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів і виробів.

3. ПРН 22. Розв'язувати прикладні задачі виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів і виробів.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Особливості структурного стану та властивостей наноматеріалів.

Тема 1. Вступ. Мета та задачі дисципліни. Основні визначення і поняття [1], с. 7-14. [3], с. 117-118. Історичні аспекти і основні напрямки розвитку нанотехнологій. Термінологічні підходи к поняттю наноматеріалів [1], с. 9-28, [2], с. 5-8.

Тема 2. Основи класифікації наноматеріалів і загальні відомості про нанорозмірні структури [1], с. 28-49, [2], с. 9-24.

Тема 3. Структура і властивості порошкових, композиційних наноматеріалів і нанопокриттів [1], с. 74-91, 139-167, [2], с. 92-141.

Тема 4. Структура і властивості фулеренів, фулеритів, нанотрубок [1], с. 92-126, [2], с. 48-84.

Змістовий модуль 2. Технології отримання та методи дослідження наноматеріалів.

Тема 5. Технології отримання нанопорошків і виробів з них [1], с. 173-179. Технології отримання об'ємних наноматеріалів [1], с. 182-184.

Тема 6. Тонкоплівкові технології модифікування поверхні та формування нанопокриттів [1], с. 184-203. Технології створення композиційних наноматеріалів [1], с. 74-91.

Тема 7. Методи отримання фулеренів, нанотрубок [1], с. 203-228.

Тема 8. Сучасні метод дослідження наноматеріалів Сканувально-тунельна мікроскопія. Атомна-силова мікроскопія [1], с. 256-284.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		л	п.р.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1. Особливості структурного стану та властивостей наноматеріалів					
Тема 1. Вступ. Мета та задачі дисципліни. Основні визначення і поняття Історичні аспекти і основні напрямки розвитку нанотехнологій. Термінологічні підходи к поняттю.	11	2	2	-	7
Тема 2. Основи класифікації наноматеріалів і загальні відомості про нанорозмірні структури	11	2	2	-	7
Тема 3. Структура і властивості порошкових, композиційних наноматеріалів і нанопокриттів.	12	2	2	-	8
Тема 4. Структура і властивості фулеренів, фулеритів, нанотрубок.	11	2	2	-	7
Разом за змістовим модулем 1	45	8	8	-	29
Змістовий модуль 2. Технології отримання та методи дослідження наноматеріалів.					
Тема 5. Технології отримання нанопорошків і виробів з них. Технології отримання об'ємних наноматеріалів.	13	2	2	-	8
Тема 6. Тонкоплівкові технології модифікування поверхні та формування нанопокриттів. Технології створення композиційних наноматеріалів.	12	2	2	-	8
Тема 7. Методи отримання фулеренів, нанотрубок.	10	1	2	-	7
Тема 8. Сучасні метод дослідження наноматеріалів Сканувально-тунельна мікроскопія. Атомна-силова мікроскопія.	9	2	1	-	8
Разом за змістовим модулем 2	45	7	7	-	31
Всього годин	90	30		15	60

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вплив структурних елементів на механічні властивості наноматеріалів	2
2	Вплив структурних елементів на фізичні властивості наноматеріалів	2
3	Структура і властивості наноматеріалів отриманих методом інтенсивного пластичного деформування	2
4	Структура і властивості наноматеріалів отриманих з аморфного стану	2
5	Структура і властивості вуглецевих наноматеріалів	2
6	Структура і властивості нанопокриттів	2
7	Конструкція та принцип дії скануючого тунельного мікроскопу	2
8	Конструкція та принцип дії атомно-силового мікроскопу	1
	Разом	15

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Норматив	Денна форма
1	Підготовка до лекційних занять	1 год. на 1 лек.	15
2	Підготовка до практичних робіт	підготовка до практичних робіт – до 2 год. на 1 роб.	15
3	Підготовка до поточного модульного контролю	підготовка до контрольних заходів – 15 год. на 1 захід	15
4	Підготовка до екзамену		15
	Разом		60

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання, які використовуються для засвоєння програмного матеріалу та активізації навчального процесу:

- робота з літературою - опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольної-корекційної функції в умовах формальної, неформальної та інформальної освіти;

- пояснення - словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення;

- лекція - усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;

- ілюстрування - показ та сприйняття предметів, процесів і явищ у їх символічному зображенні за допомогою плакатів, карт, портретів, фотографій, схем, репродукцій, звукозаписів тощо;

- відеометод - використання відеоматеріалів для активізації наочно-чуттєвого сприймання; забезпечує більш легке і міцне засвоєння знань в їх образно-понятійній цілісності та емоційній забарвленості;

- інструктаж - ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки, показ операцій та організацію робочого місця;

- практична робота - метод поглиблення і закріплення теоретичних знань та перевірки наукових висновків;

Методи контролю і самоконтролю:

- фронтальне опитування;

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- комплексний іспит;
- стандартизовані тести.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчальної дисципліни включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного заліку.

Питома вага заключного заліку в загальній системі оцінок - **40 балів**. Право здавати заключний залік дається студенту, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного заліку набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки заліку.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань практичних робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Практична робота

Бал	Критерії оцінювання
3	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи розрахунків та аналізу результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
2	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує практичну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; проводить обробку отриманих результатів; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
1	Робота виконана з порушенням терміну. Студент виконує практичну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася

Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Форма контролю	Максимальна кількість балів
Виконання лабораторних робіт	8 роб. × 3 балів = 24 балів
Поточний модульний контроль	2 МКР × 18 балів = 36 балів
Всього	60

**Підсумковий контроль
Тестування**

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Усна відповідь (1 питання - 10 балів)

Бал	Критерії оцінювання
10	Студент вільно володіє матеріалом, знає історичні аспекти і основні напрямки розвитку нанотехнологій, термінологічні підходи к поняттю наноматеріалів, класифікацію наноматеріалів, вплив структурного стану на властивості наноматеріалів, технології отримання порошкових, об'ємних, плівкових, композиційних, вуглецевих наноматеріалів, сучасні методи дослідження наноструктурного стану, області застосування наноматеріалів в техніці.
8	Студент знає основні напрямки розвитку нанотехнологій, термінологію, класифікацію наноматеріалів, основні властивості наноматеріалів, технології отримання наноматеріалів та сучасні методи дослідження наноструктурного стану, області застосування наноматеріалів в техніці.
6	Студент знає класифікацію наноматеріалів, основні властивості наноматеріалів, орієнтується в питаннях технології отримання наноматеріалів та методів дослідження наноструктурного стану.
4	Студент має уявлення про наноматеріали, вплив наноструктурного стану на основні властивості наноматеріалів, загальні відомості про технології їх отримання.
2	Студент має уявлення про наноматеріали та технології їх отримання.
0	Студент не орієнтується у матеріалах питання, не може відповісти на додаткові питання за змістом навчальної дисципліни.

8. Критерії оцінювання результатів навчання

№ змістового модуля і теми		Денна форма	
		Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	T1	Практична робота № 1	3
	T2	Практична робота № 2	3
	T3	Практична робота № 3	3
	T4	Практична робота № 4	3
ПМК		Тест № 1	18
ЗМ 2	T6	Практична робота № 5	3
	T7	Практична робота № 6	3
	T8	Практична робота № 7	3
	T9	Практична робота № 8	3
ПМК		Тест № 2	18
Підсумковий контроль		Екзамен, в т.ч.	40
		Тестування	10
		Усна відповідь	30
Сума			100

9. Засоби навчання

Для засвоєння дисципліни застосовуються:

- конспект лекцій (електронний ресурс);
- методичні вказівки до виконання практичних робіт (електронний ресурс);
- електронний каталог мікрофотографій наноструктурних матеріалів різних класів;
- демонстраційні стенди, плакати, відеофільми.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Наноматеріали і нанотехнології: Навчальний посібник / Азаренков М. О., Неклюдов І. М., Береснев В. М., Воеводін В. М., Погребняк О. Д., Ковтун Г. П., Соболев О. В., Удовиський В. Г., Литовченко С. В., Турбін П. В., Чишкала В. О. – 2014. – 323 с.

2. Наноматеріали, нанотехнології, нанопристрої / Боровий М.О., Куницький Ю.А., Каленик О.О., Овсієнко І.В., Цареградська Т.Л. – Київ: «Інтерсервіс», 2015. – 350 с.

3. Інженерне матеріалознавство: Підручник / О.М. Дубовий, Ю.О. Казимиренко, Н.Ю. Лебедева, С.М. Самохін. – Миколаїв: НУК, 2009. – 444 с.

Допоміжна література

1. Наноматеріали і нанотехнології в приладобудуванні: навчальний посібник / О.П. Ткач. – Суми: Сумський державний університет, 2014.- 127 с.

2. Наноматеріалознавство [Текст] : підручник / Є. Г. Афтандіянц, О. В. Зазимко, К. Г. Лопатько. – перше вид. – Херсон : Олді-плюс, 2015. – 550 с.

Інформаційні ресурси в інтернет

<http://nuos.edu.ua>