

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Кораблебудівний навчально-науковий інститут
Кафедра матеріалознавства і технології металів

T7114



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline

Кристалографія, кристалохімія, мінералогія

рівень вищої освіти	<i>перший (бакалаврський)</i>
тип дисципліни	<i>обов'язкова</i>
мова викладання	<i>українська</i>

Робоча програма навчальної дисципліни «Кристалографія, кристалохімія, мінералогія» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 132 «Матеріалознавство» освітня програма «Композиційні та порошкові матеріали, покриття»

" 11 " квітня 2023 року. - 14 с.

Розробник: Бобров М.М., канд. техн. наук, доцент кафедри матеріалознавства і технології металів

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Кристалографія, кристалохімія, мінералогія» *узгоджено з гарантом освітньої програми*

Гарант освітньої програми

«Композиційні та порошкові матеріали, покриття»

канд. техн. наук, доцент

 Н.Ю. Лебедева

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Кристалографія, кристалохімія, мінералогія» *розглянуто на засіданні кафедри матеріалознавства і технології металів*

Протокол № 9 від «14» травня 2023 р.

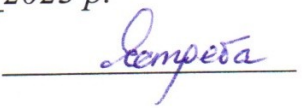
Завідувач кафедри

 О.М. Дубовий

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Кристалографія, кристалохімія, мінералогія» *розглянуто Навчально-методичною комісією кораблебудівного навчально-наукового інституту*

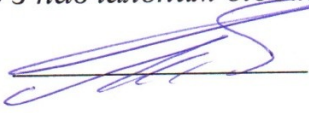
Протокол № 4 від «24» травня 2023 р.

/ Голова

 О.В. Бондаренко

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Кристалографія, кристалохімія, мінералогія» *погоджено з навчальним відділом*

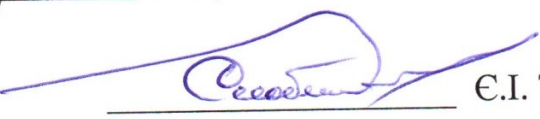
Начальник відділу

 А.В. Лабарткава

Робоча програма навчальної дисципліни «Кристалографія, кристалохімія, мінералогія» *затверджена Навчально-методичною радою НУК*

Протокол № 5 від «28» червня 2023 р.

Голова НМР НУК

 Є.І. Трушляков

© НУК, 2023

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Опис навчальної дисципліни.....	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання.....	6
5. Програма навчальної дисципліни.....	6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	10
7. Форми поточного та підсумкового контролю.....	11
8. Критерії оцінювання результатів навчання.....	13
9. Засоби навчання.....	13
10. Рекомендовані джерела інформації.....	14

Вступ

Анотація

Освітньою програмою «Композиційні та порошкові матеріали, покриття» підготовки бакалаврів передбачено набуття студентами знань про основні поняття і закони класичної кристалографії ідеальних кристалів, кристалохімічні закономірності будови кристалічних твердих тіл, основи мінералогії: походження (генезис) мінералів, їх діагностичні властивості і промислову класифікацію.

Програма навчальної дисципліни «Кристалографія, кристалохімія, мінералогія» розрахована на студентів, які вивчили вищу математику, фізику, хімію, основи теоретичного та прикладного матеріалознавства.

Дисципліна сприятиме розвитку навичок щодо дослідження взаємозв'язку кристалічної будови з фізико-хімічними властивостями; розширить теоретичні уявлення щодо кристалографічних методів для вирішення просторових задач, пов'язаних з особливостями будови кристалічних ґраток матеріалів та надасть знання про мінералогію, властивості мінералів та методи отримання штучних кристалів.

Ключові слова: кристалографія, кристалохімія, мінералогія, сингонії, просторові ґратки.

Abstract

The educational program "Composite and powder materials, coatings" for bachelor's training provides students with the acquisition of knowledge about the basic concepts and laws of classical crystallography of ideal crystals, crystal-chemical regularities of the structure of crystalline solids, the basics of mineralogy: the origin (genesis) of minerals, their diagnostic properties and industrial classification.

The program of the study discipline "Crystallography, crystal chemistry, mineralogy" is designed for students who have studied higher mathematics, physics, chemistry, higher mathematics, the basics of theoretical and applied materials science.

The discipline will contribute to the development of skills related to the study of the relationship between the crystal structure and physicochemical properties; will expand theoretical ideas about crystallographic methods for solving spatial problems related to the peculiarities of the structure of crystal lattices of materials and will provide knowledge about mineralogy, properties of minerals and methods of obtaining artificial crystals.

Key words: crystallography, crystal chemistry, mineralogy, syngonia, spatial lattices.

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 13 - Механічна інженерія	Обов'язкова
Модулів – 1		Рік підготовки:
Змістових модулів – 3		3-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету	Спеціальність 132 – Матеріалознавство	Семестр
		5-й
Лекцій		
30 год.		
Практичні, семінарські		
15 год.		
Лабораторні		
-		
Індивідуальне науково-дослідне завдання - нема	Освітня програма Композиційні та порошкові матеріали, покриття	Самостійна робота
Загальна кількість годин – 90	Освітній рівень: Перший (бакалаврський)	45год.
		Індивідуальні завдання: відсутнє
Вид контролю: екзамен		
Форма контролю: комбінована		
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3; самостійної роботи студента – 3.		

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Кристалографія, кристалохімія, мінералогія» є формування у студентів відповідно до освітньої програми таких компетентностей:

КС.07 - Здатність застосовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для підтримки діяльності в сфері матеріалознавства;

КС.09 - Здатність застосовувати сучасні методи математичного та фізичного моделювання, дослідження структури, фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів для вирішення матеріалознавчих проблем.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: фізика; хімія; вища математика, основи теоретичного і прикладного матеріалознавства.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів відповідно до освітньої програми таких програмних результатів навчання:

ПР. 14 - Розуміти будову металевих, неметалевих, композиційних та функціональних матеріалів та обирати оптимальні методи модифікації їх властивостей. Кваліфіковано вибирати матеріали для виробів різного призначення.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Геометрична кристалографія.

Тема 1. Загальна характеристика кристалів. Предмет і задачі кристалографії. Поняття про кристал і кристалічну речовину. Властивості кристалічних речовин. [1], с. 12-16, [2], с.25-34.

Тема 2. Елементи симетрії кристалічних многогранників. Основні (прості) елементи симетрії. Складні (складені) елементи симетрії. [1], с. 16-24, [3], с. 11-18.

Тема 3. Поняття структури кристалів та просторової ґратки. Види твердих речовин. Структура кристала та просторова ґратка. Аналітичний опис геометричних елементів ґратки. [1], с. 30-39, [3], с. 53-60.

Тема 4. Кристалографічні категорії, сингонії та системи осей координат. Одиначні напрямки. Класи симетрії. [1], с. 39-43, [2], с.35-40.

Тема 5. Вибір кристалографічних систем координат. Метод кристалографічної установки многогранників та запис міжнародного символу елементів симетрії. [1], с. 43-50.

Тема 6. Метод кристалографічного індексування. Символи вузлів. Символи рядів (ребер). Символи площин (граней). Закон цілих чисел. [1], с. 50-60, [2], с.42-50.

Тема 7. Кристалографічні проекції. Сферична, стереографічна, гномостереографічна та гномонічна проекції. Сітка Вульфа. [1], с. 60-69, [2], с.50-58, [3], с. 39-49.

Тема 8. Форми кристалів. Опис простих форм кристалів нижчої, середньої та вищої категорій. Переважний розвиток простої форми в залежності від умов росту. [1], с. 69-81.

Змістовий модуль 2. Структурна кристалографія та елементи кристалохімії.

Тема 9. Основні типи ґраток Браве, їх характеристики та розподіл за сингоніями. [1], с. 86-92, [3], с.70-74.

Тема 10. Елементи симетрії кристалічних структур. Площини ковзкого відображення. Гвинтові осі. Теореми сполучення елементів симетрії кристалічних структур. [1], с. 92-111.

Тема 11. Елементи кристалохімії. Типи хімічного зв'язку. Координаційні числа. Дальній та ближній порядок. [1], с. 115-127, [2], с.104-107. [3], с.110-113.

Тема 12. Кульові пакування як моделі кристалічних структур. Ізоморфізм і поліморфізм. [1], с. 131-147, [3], с.116-128, 145-151.

Змістовий модуль 3. Основи мінералогії.

Тема 13. Основні поняття та історія мінералогії. Фізичні, механічні, теплові та магнітні властивості мінералів. [2], с. 109-120.

Тема 14. Генезис мінералів. Ендогенні, екзогенні та метаморфізовані мінерали і родовища. [1], с. 149-160, [2], с. 120-125.

Тема 15. Мінерали промислового призначення. [1], с. 172-184.

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. Геометрична кристалографія.					
1	2	3	4	5	6
Тема 1. Загальна характеристика кристалів. Предмет і задачі кристалографії. Поняття	4	2	-	-	2

про кристал і кристалічну речовину. Властивості кристалічних речовин.					
Тема 2. Елементи симетрії кристалічних многогранників. Основні (прості) елементи симетрії. Складні (складені) елементи симетрії.	8	2	2	-	4
Тема 3. Поняття структури кристалів та просторової ґратки. Види твердих речовин. Структура кристала та просторова ґратка. Аналітичний опис геометричних елементів ґратки.	6	2	-	-	4
Тема 4. Кристалографічні категорії, сингонії та системи осей координат. Одиничні напрямки. Класи симетрії.	6	2	2	-	2
Тема 5. Вибір кристалографічних систем координат. Метод кристалографічної установки многогранників та запис міжнародного символу елементів симетрії.	5	2	-		3
Тема 6. Метод кристалографічного індексування. Символи вузлів. Символи рядів (ребер). Символи площин (граней). Закон цілих чисел.	6	2	2		2
Тема 7. Кристалографічні проекції. Сферична, стереографічна, гномостереографічна та гномонічна проекції. Сітка Вульфа.	4	2	-		2
Тема 8. Форми кристалів. Опис простих форм кристалів нижчої, середньої та вищої категорій. Переважний розвиток простої форми в залежності від умов росту.	6	2	2		2
Разом за змістовим модулем 1	45	16	8	-	21
Змістовий модуль 2. Структурна кристалографія та елементи кристалохімії.					
Тема 9. Основні типи ґраток Браве, їх характеристики та розподіл за сингоніями.	8	2	2	-	4
Тема 10. Елементи симетрії кристалічних структур. Площини ковзкого відображення. Гвинтові осі. Теореми сполучення елементів симетрії кристалічних структур.	6	2	-	-	4

1	2	3	4	5	6
Тема 11. Елементи кристалохімії. Типи хімічного зв'язку. Координаційні числа. Дальній та ближній порядок.	9	2	3	-	4
Тема 12. Кульові пакування як моделі кристалічних структур. Ізоморфізм і поліморфізм.	7	2	-	-	5
Разом за змістовим модулем 2	30	8	5		17
Змістовий модуль 3. Основи мінералогії.					
Тема 13. Основні поняття та історія мінералогії. Фізичні, механічні, теплові та магнітні властивості мінералів.	4	2	-	-	2
Тема 14. Генезис мінералів. Ендогенні, екзогенні та метаморфізовані мінерали і родовища.	6	2	2	-	2
Тема 15. Мінерали промислового призначення.	5	2	-	-	3
Разом за змістовим модулем 3	15	6	2	-	7
Всього годин	90	30	15	-	45

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення елементів симетрії кристалічних многогранників	2
2	Вибір координатних систем для опису кристалічних многогранників і метод індексування граней кристалічних многогранників	2
3	Методи побудови плоских проекцій кристалічних многогранників	2
4	Визначення класів симетрії кристалічних многогранників	2
5	Визначення простих форм і їх комбінацій у кристалічних многогранниках	3
6	Опис елементарної комірки кристалічної структури	2
7	Вивчення класифікації мінералів	2
	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 лабораторних робіт – до 1 год. на 1 роб.	5
3	Підготовка до поточного модульного контролю	(5-10) год. на 1 захід	10
4	Підготовка до заліку	(15-30) год. на 1 захід	15
	Разом		45

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 (залік);
- 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 іспиту.

Питома вага заключного іспиту (заліку) в загальній системі оцінок - **35 балів**. Право здавати заключний іспит дається студенту, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного іспиту набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту.

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
5	Робота виконана у встановлений термін. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
4	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує розрахунки комбінованих задач, іноді після консультації викладача.
3	Робота виконана самостійно з порушенням встановлених термінів. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Не може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент наводить потрібні формули. Розв'язує задачу користуючись

	алгоритмом. Складений звіт містить неточності у висновках та помилки
1	Студент складає скорочену умову задачі, робить обчислення лише за готовою формулою.
0	Студент не розв'язує задачі.

Поточний модульний контроль у формі тестування

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

Форма контролю	Максимальна кількість балів
Виконання практичних робіт	7 роб. $\times$ 5 балів = 35 балів
Поточний модульний контроль	3 МКР $\times$ 10 балів = 30 балів
Всього	65

Підсумковий контроль

Тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	15	13	12	10	9	8	6	5	3	2

Усна відповідь (1 питання - 10 балів)

Бал	Критерії оцінювання
20	Студент вільно володіє матеріалом, знає основні поняття та елементи кристалографії та дані про особливості будови кристалічних ґраток різноманітних елементів та сполук. Вільно надає інформацію щодо відомостей з макроскопічної та мікроскопічної кристалографії. Може навести приклади практичного застосування кристалографічних методів для вирішення просторових задач, пов'язаних з особливостями будови кристалічних ґраток матеріалів. Вміє розгорнуто пояснити питання структурної кристалохімії та будову і тип зв'язку низки поширених кристалів. Знає основні поняття з історії мінералогії; надає вичерпну інформацію щодо генезису, діагностичних властивостей та класифікації основних мінералів.
16	Студент знає основні закони кристалографії та дані про особливості будови кристалічних ґраток різноманітних елементів та сполук. Може пояснити взаємозв'язок кристалічної будови з фізико-хімічними властивостями; навести приклади практичного застосування кристалографічних методів для вирішення просторових задач, пов'язаних з особливостями будови кристалічних ґраток матеріалів. Наводить відомості про мінералогію, властивості мінералів та методи

	отримання штучних кристалів.
12	Студент знає основні поняття і закони класичної кристалографії ідеальних кристалів, кристалохімічні закономірності будови кристалічних твердих тіл, основи мінералогії: походження (генезис) мінералів, їх діагностичні властивості і промислову класифікацію. Може виконати аналітичний опис кристалічних многогранників і кристалічних структур.
8	Студент знає основні поняття і закони класичної кристалографії ідеальних кристалів, кристалохімічні закономірності будови кристалічних твердих тіл, основи мінералогії: походження (генезис) мінералів, їх діагностичні властивості і промислову класифікацію.
4	Студент знає основні поняття і закони класичної кристалографії ідеальних кристалів, має уявлення про основні кристалохімічні закономірності будови кристалічних твердих тіл.
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
ЗМ1	T2	Практична робота № 1	5
	T4	Практична робота № 2	5
	T6	Практична робота № 3	5
	T8	Практична робота № 4	5
ПМК		Тест № 1	10
ЗМ2	T9	Практична робота № 5	5
	T11	Практична робота № 6	5
ПМК		Тест № 2	10
ЗМ3	T14	Практична робота № 7	5
ПМК		Тест № 3	10
Підсумковий контроль		Екзамен, в т.ч.	35
		Тестування	15
		Усна відповідь	20
Сума			100

9. Засоби навчання

Для засвоєння дисципліни застосовуються:

- конспект лекцій (електронний ресурс);

- методичні вказівки до виконання практичних робіт (електронний ресурс);
- ілюстративні матеріали;
- лабораторне обладнання для дослідження структури металів та сплавів та їх властивостей;
- демонстраційні стенди, плакати, відеофільми.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. **Бірюкович, Л.О.** Кристалографія, кристалохімія та мінералогія: підручник / Бірюкович Л.О. – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 234 с.
2. **Пчелінцев, В.О.** Кристалографія, кристалохімія та мінералогія: Навчальний посібник / Пчелінцев В.О. – Суми: Вид-во СумДУ, 2007. – 226 с.
3. **Зиман, З. З.** Основи структурної кристалографії: Навчальний посібник / Зиман З.З. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2008. – 212 с.

Допоміжна література

1. **Marcos C.** Crystallography: Introduction to the Study of Minerals / Marcos C. - Springer, 2022. — 538 p.
2. **Vainshtein B.K.** Modern Crystallography. Volume 1. Fundamentals of Crystals / Vainshtein B.K. - Berlin, Springer, 2nd enlarged ed., 1994. — 482 p.
3. **Giacovazzo C.** Fundamentals of Crystallography / Giacovazzo C., Monako H.L., Viterbo D. ed. - Oxford University Press, UK, 2000. — 669 p.

Інформаційні ресурси в інтернет

[http:// nuos. edu. ua](http://nuos.edu.ua)