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
Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Структурний аналіз матеріалів
Structural analysis of materials

рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*
тип дисципліни *вибіркова*
мова викладання *українська*

Миколаїв – 2023

2

Робоча програма навчальної вибіркової дисципліни «Структурний аналіз матеріалів»

«13» 10 2023 року. – 16 с.

Розробник: Лебедєва Н.Ю., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри матеріалознавства і технології металів

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Структурний аналіз матеріалів» *розглянуто на засіданні кафедри матеріалознавства і технології металів*
Протокол № 3 *від «* 8 *»* 11 *2023 р.*

Завідувач кафедри _____ *О.М. Дубовий*

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Структурний аналіз матеріалів» *розглянуто Навчально-методичною комісією кораблебудівного навчально-наукового інституту*
Протокол № 2 *від «* 21 *»* 11 *2023 р.*

Голова _____ *О.В. Бондаренко*

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Структурний аналіз матеріалів» *погоджено з навчальним відділом*

Начальник відділу _____ *А.В. Лабарткава*

Робоча програма навчальної дисципліни «Структурний аналіз матеріалів» *затверджена Навчально-методичною радою НУК*
Протокол № 10 *від «* 27 *»* 12 *2023 р.*

Голова НМР НУК _____ *Слободян С.О.*

© НУК, 2023

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

Сучасний стан матеріалознавства значною мірою визначається прогресом в області удосконалення класичних і розробки нових методів дослідження матеріалів і сплавів. Стан матеріалів для цілої низки галузей нової техніки потребує детального дослідження їх структури, яке здійснюється за допомогою різних методів прикладного матеріалознавства: електронна та оптична мікроскопія, рентгеноструктурний та рентгеноспектральний аналіз тощо. Використання цих методів дослідження, які взаємно доповнюють один одного, дозволяє отримати детальну інформацію про фазові та структурні зміни в матеріалах. Забезпечення вимог щодо до надійності та довговічності конструкційних матеріалів та зварних з'єднань можливо тільки на основі всебічних дослідженні властивостей та структури матеріалів із застосуванням сучасних методів дослідження.

Ключові слова: структура, фазовий склад, оптична мікроскопія, електронна мікроскопія, рентгеноструктурний аналіз.

Abstract

The current state of materials science is largely determined by progress in the area of improvement of classical and development of new methods of research of materials and alloys. The state of materials for a number of branches of new technology requires a detailed study of their structure, which is carried out with the help of various methods of applied materials science: electron and optical microscopy, X-ray structural and X-ray spectral analysis, etc. The use of these research methods, which mutually complement each other, allows obtaining detailed information about phase and structural changes in materials. Ensuring the requirements for the reliability and durability of structural materials and welded joints is possible only on the basis of a comprehensive study of the properties and structure of materials using modern research methods.

Key words: structure, phase composition, optical microscopy, electron microscopy, X-ray structural analysis.

Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень</td><td>Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 5,0</td><td rowspan="3"></td><td>Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Модулів – 1</td><td>Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 4</td><td>3-й</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Електронний адрес РПНД на сайті Університету</td><td rowspan="6"></td><td>Семестр</td></tr>
<tr><td>6-й</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Індивідуальне науково-дослідне завдання - нема</td><td>Лекцій</td></tr>
<tr><td>30 год.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин – 150</td><td>Практичні</td></tr>
<tr><td>30</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 4;
самостійної роботи студента – 6.</td><td rowspan="6">Освітній рівень:
перший (бакалаврський)</td><td>Лабораторні</td></tr>
<tr><td>-</td></tr>
<tr><td>Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>90 год.</td></tr>
<tr><td>Індивідуальні завдання:</td></tr>
<tr><td>Вид контролю: залік</td></tr>
<tr><td></td><td>Форма контролю: комбінована</td></tr>
</table>

Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: вивчення сучасних методів структурного аналізу для дослідження та розробки нових матеріалів, а також вирішення питань контролю якості матеріалів.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

- знати: основні методи дослідження структури; принципи роботи сучасних приладів для структурного аналізу; теоретичні та практичні можливості сучасних методів аналізу, актуальні проблеми і перспективи їх розвитку.
- знати методику вибору і технологію приготування об'єктів дослідження (зразків) для конкретного методу дослідження структури; фізичну суть структурних методів дослідження, принципові блок-схеми будови обладнання, що застосовується для дослідження структури, а також інтерпретацію отриманих результатів досліджень.
- уміти аналізувати, використовувати й запропонувати комплекс сучасних чи класичних методів дослідження структури матеріалів, які дають всебічну інформацію про їх будову, перетворення і властивості; оцінити фізичну суть вибраних структурних методів досліджень;

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни відсутні

4. Очікувані результати навчання

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

- уміння раціонально вибирати необхідні методи для дослідження і розробки матеріалів та технологічних процесів;
- уміння використовувати сучасні методи для вирішення питань контролю якості матеріалів;
- уміння проводити якісний та кількісний аналіз із відповідною обробкою результатів;

- уміння розшифровувати інформацію та використовувати її при аналізі результатів комплексного дослідження з застосуванням різноманітних методів.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Методи оптичної мікроскопії

Тема 1. Вступ. Поняття про структуру матеріалів. Основні методи оцінки структури з використанням світлових мікроскопів [1], с. 411-413.

Тема 2. Макроскопічний аналіз [1], с. 413-416.

Тема 3. Мікроскопічний аналіз. Математичні методи оцінки зеренної структури [1], с. 416-418.

Тема 4. Методи кількісного металографічного аналізу. Сучасні оптичні мікроскопи [1], с 418-421.

Змістовий модуль 2. Електронна мікроскопія

Тема 5. Вступ. Предмет та історія електронної мікроскопії. Фізичні основи взаємодії пучка електронів з речовиною. [2], с.

Тема 6. Електронна оптика. Електростатичні і електромагнітні лінзи. Типи електронних мікроскопів[2], с. .

Тема 7. Просвічуючий електронний мікроскоп. Збільшення і роздільна здатність мікроскопу [2], с.. .

Тема 8. Формування зображень в просвічуючому електронному мікроскопі. Режими роботи сучасних просвічуючих мікроскопів [2], с.

Тема 9. Принципова схема растрового електронного мікроскопу. Зразки для дослідження в растровому електронному мікроскопі [2], с.

Тема 10. Формування зображень в растровому електронному мікроскопі. Режими роботи сучасних растрових електронних мікроскопів [2], с.

Змістовий модуль 3. Рентгенівські методи дослідження

Тема 11. Основні рівняння дифракції рентгенівських променів. Основні методи рентгеноструктурного аналізу. [2], с. [3], с. [4], с.

Тема 12. Рентгенівський фазовий аналіз [2], с. [3], с. [4], с.

Тема 13. Дифракційний аналіз мікроструктури матеріалів [2], с. [3], с. [4], с.

Тема 14. Методи визначення дисперсності матеріалів [2], с. [3], с. [4], с.

Тема 15. Рентгеноспектральний мікроаналіз [2], с. [3], с. [4], с.

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. Методи оптичної мікроскопії					
Тема 1. Вступ. Поняття про структуру матеріалів. Основні методи оцінки структури з використанням світлових мікроскопів.	12	2	2	-	8
Тема 2. Макроскопічний аналіз.	9	2	2	-	5
Тема 3. Мікроскопічний аналіз. Математичні методи оцінки зеренної структури.	12	2	2	-	8
Тема 4. Методи кількісного металографічного аналізу. Сучасні оптичні мікроскопи. Аналіз зображення з використанням комп'ютерних програм.	12	2	2	-	8
Разом за змістовим модулем 1	45	8	8	-	
Змістовий модуль 2. Електронна мікроскопія					
Тема 5. Вступ. Предмет та історія електронної мікроскопії. Фізичні основи взаємодії пучка електронів з речовиною.	12	2	2	-	8
Тема 6. Електронна оптика. Електростатичні і електромагнітні лінзи. Типи електронних мікроскопів.	12	2	2	-	
Тема 8. Формування зображень в просвічуючому електронному мікроскопі. Режими роботи сучасних просвічуючих мікроскопів.	12	2	2	-	8
Тема 7. Просвічуючий електронний мікроскоп. Збільшення і роздільна здатність мікроскопу.	12	2	2	-	8
Тема 9. Принципова схема растрового електронного мікроскопу. Зразки для дослідження в растровому електронному мікроскопі.	12	2	2	-	8

Тема 10. Формування зображень в растровому електронному мікроскопі. Режими роботи сучасних растрових електронних мікроскопі	12	2	2	-	8
Разом за змістовим модулем 2	60	10	10	-	40
Змістовий модуль 3. Рентгенівські методи дослідження					
Тема 11. Основні рівняння дифракції рентгенівських променів. Основні методи рентгеноструктурного аналізу.	9	2	2	-	5
Тема 12. Рентгенівський фазовий.	9	2	2	-	5
Тема 13. Дифракційний аналіз мікроструктури матеріалів.	9	2	2	-	5
Тема 14. Методи визначення дисперсності матеріалів.	9	2	2	-	5
Тема 15. Рентгеноспектральний мікроаналіз.	9	2	2	-	5
Разом за змістовим модулем 3	45	10	10	-	25
Всього годин	**150**	**30**	**30**	**-**	**90**

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Будова оптичного металографічного мікроскопу.	2
2	Методика вибору режиму оптичного мікроскопу в залежності від інформації, яку необхідно отримати.	2
3	Аналіз зображень за допомогою оптичного мікроскопу.	2
4	Комп'ютерні програми аналізу зображень. Методи кількісного аналізу структури.	2
5	Будова електромагнітної лінзи. Полюсні наконечники, принцип їх роботи.	2
6	Принципова схема електронного мікроскопу. Глибина полю і глибина фокусу. Юстування мікроскопу.	2
7	Методика виготовлення зразків для дослідження у просвічуючому мікроскопі. Дефекти зображення в електронних лінзах.	2
8	Аналіз зображень отриманих за допомогою просвічуючого електронного мікроскопу.	2
9	Методика виготовлення зразків для дослідження у растровому мікроскопі. Будова растрового мікроскопу	2
10	Аналіз зображень отриманих за допомогою растрового електронного мікроскопу.	2

11	Визначення розміру кристалітів методом вимірювання поширення дифракційних ліній.	2
12	Рентгеноструктурне дослідження діаграм стану.	2
13	Визначення текстури.	2
14	Визначення розміру областей когерентного розсіювання з урахуванням дефектів пакування.	2
15	Рентгеноспектральний аналіз для визначення елементів в структурних складових сплавів.	2
	Разом	**30**

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	45
4	Підготовка до заліку		15
	Разом		**90**

6. 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 контрольно-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 символьному 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 залік;
- стандартизовані тести.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу 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 заключного заліку.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті за результатами оформленого звіту та питань для самоконтролю, передбачає оцінювання теоретичної підготовки за тематикою роботи та проблемних питань щодо виконання практичного завдання.

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, наведено розрахунки, схеми. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
2	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує практичну роботу згідно з завданням, іноді після консультації викладача; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Роботи містить неточності 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	15	14	12	10	8	6	4	3	2	1

Форма контролю	Максимальна кількість балів
Виконання практичних робіт	15 роб. × 3 балів = 45 балів
Поточний модульний контроль	ЗМКР × 5 балів = 15 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 основні методи структурного аналізу матеріалів; принцип дії і будову оптичного мікроскопу, просвічуючого та растрового електронних мікроскопів, рентгенівського діфрактометру; знає фізичні основи формування зображень в різних типах мікроскопу; знає кількісні методи металографічного аналізу, сучасні мікроскопи і комп'ютерні програми для аналізу зображень; знає методику проведення досліджень та визначення фазового складу, типу граток, розміру кристалітів, розміру областей когерентного розсіювання, хімічного складу фаз.
8	Студент знає основні методи структурного аналізу матеріалів; принцип дії і будову оптичного мікроскопу, просвічуючого та растрового електронних мікроскопів, рентгенівського діфрактометру; кількісні методи металографічного аналізу, сучасні мікроскопи і комп'ютерні програми для аналізу зображень; знає методику проведення досліджень та визначення фазового складу, типу граток, розміру кристалітів, розміру областей когерентного розсіювання, хімічного складу фаз.
6	Студент знає основні методи структурного аналізу матеріалів, принцип дії і будову оптичного мікроскопу, просвічуючого та растрового електронних мікроскопів, рентгенівського діфрактометру; має уявлення про методику проведення досліджень і аналіз отриманих результатів.
4	Студент має уявлення про основні методи структурного аналізу матеріалів, методику проведення досліджень і аналізу отриманих результатів.
2	Студент має про основні методи структурного аналізу матеріалів.
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 робіт	Кількість балів
ЗМ 1	Т1	Практична робота № 1	3
	Т2	Практична робота № 2	3
	Т3	Практична робота № 3	3
	Т4	Практична робота № 4	3
ПМК 1		Тест № 1	5
ЗМ 2	Т5	Практична робота № 5	3
	Т6	Практична робота № 6	3
	Т7	Практична робота № 7	3
	Т8	Практична робота № 8	3
	Т9	Практична робота № 9	3
	Т10	Практична робота № 10	3
ПМК 2		Тест № 2	5
ЗМ 3	Т11	Практична робота № 11	3
	Т12	Практична робота № 12	3
	Т13	Практична робота № 13	3
	Т14	Практична робота № 14	3
	Т15	Практична робота № 15	3
ПМК 3		Тест № 3	5
Підсумковий контроль		Залік, в тому числі	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);
- нормативна документація, що регламентує методи структурного аналізу матеріалів;
- електронний каталог мікроструктур;
- ілюстративні матеріали (зокрема альбом структур та мікрофотографій, діфрактограми);
- зразки для дослідження структури різними методами;
- обладнання для проведення структурного аналізу;
- демонстраційні стенди, плакати, відеофільми.

10. Рекомендовані джерела інформації
Основна література

1. Зазимко О.В., Лопатько К.Г., Афтанділянц Є.Г. М341. Матеріалознавство. Підручник. / О.В. Зазимко, К.Г. Лопатько, Є.Г. Афтанділянц / Херсон.: ОЛДІ-ПЛЮС, 2013. – 612 с.

2. Архіпова Т.Ф. Прикладне матеріалознавство: навчальний посібник/ Т.Ф. Архіпова, А.Ю. Осадчук. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 60 с.

3. Рентгеноструктурний аналіз у матеріалознавстві: навч.-метод. посіб.: [для вищ. навч. закл.] / С. І. Мудрий, Ю. О. Кулик, А.С. Яки мович. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2017. – 114 с.

4. Смоляков О.В. Дифракційні методи дослідження: навчальний посібник для студентів освітньо - кваліфікаційного рівня «бакалавр» напрямів підготовки «Фізика» та «Прикладна фізика»./ О.В. Смоляков, В.В. Гіржон. – Запоріжжя: ЗНУ, 2014. – 90 с.

5. Рентгеноструктурний аналіз матеріалів у дисперсному стані [Текст]: навчальний посібник / Уклад.: П.І. Лобода, О.П. Карасевська, І.Ю. Троснікова. – К.: НТУУ «КПІ», 2017. – 139 с.

Допоміжна

6. Кристалографія, кристалохімія та мінералогія [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальності 132 Матеріалознавство / Л.О. Бірюкович. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 234 с.

7. Сучасні експериментальні методи аналізу низькорозмірних структур: лабораторний практикум [текст] : навч. посіб. для студ. Спеціальності 132 «Матеріалознавство», освітньої програми «Інжиніринг та комп'ютерне моделювання в матеріалознавстві» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: М.В. Карпець, С.І. Сидоренко, А.П. Бурмак. – 2021. – 113 с.

8. Шкурат С. І. Збірник лабораторних робіт з дисципліни "Структурний аналіз": методичні вказівки / С. І. Шкурат, Г. В. Волков, О. О. Жданов. – Миколаїв : НУК, 2012. – 53 с.

9. Збірник лабораторних робіт з дисципліни «Матеріалознавство» Дубовий О.М., Лебедєва Н.Ю., Торубарова С.М., Миколаїв: НУК, 2011, 96 с.

Інформаційні ресурси в інтернет: http:// nuos. edu. ua