

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра фізики кристалів

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан фізичного факультету
Руслан ВОВК

“ ” 2025 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Спецпрактикум « Методи дослідження структури кристалів »
(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти другий (магістерський)
галузь знань Е – природничі науки
(шифр і назва)
спеціальність Е5 – фізика та астрономія
(шифр і назва)
освітня програма освітньо-професійна фізика
(шифр і назва)
спеціалізація (шифр і назва)
вид дисципліни за вибором
(обов'язкова / за вибором)
факультет фізичний

2025/2026 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою фізичного факультету

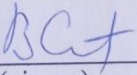
29 серпня 2025 року, протокол № 10

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ: Петрушенко С.І., канд. фіз.- мат. наук, доцент
кафедри фізики кристалів

Програму схвалено на засіданні кафедри фізики кристалів

Протокол №9 від 22 серпня 2025 року

В.о. завідувача кафедри:



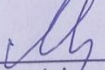
(підпис)

Владислав СЕМІНЬКО
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією фізичного факультету

Протокол №5 від 28 серпня 2025 року

Голова методичної комісії



(підпис)

Микола МАКАРОВСЬКИЙ
(прізвище та ініціали)

Вступ

Програма спецпрактикуму “Методи дослідження структури кристалів” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістра

спеціальності 104 – фізика та астрономія

Предметом вивчення навчальної дисципліни є структура моно- та полікристалічних твердих тіл; також механічні, діелектричні, теплові та оптичні властивості рідких кристалів.

1. Опис навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є: ознайомлення студентів з основними ідеями, та експериментальними методами рентгеноструктурного аналізу кристалічних твердих тіл, формування практичних навичок роботи зі стандартними дифракційними картинами.

Основними завданнями вивчення дисципліни є: формування у студентів уявлень про сучасні методи рентгеноструктурного аналізу, здобуття практичних навичок роботи на сучасному аналітичному обладнанні, оволодіти експериментальними методами дослідження структури кристалічних матеріалів.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

знати: фізику рентгенівських променів, методи їх отримання та детектування, основи кінематичної теорії розсіювання рентгенівських променів кристалічною решіткою, теорію експериментальних методів рентгеноструктурного аналізу кристалів.

вміти: застосовувати отримані знання при визначенні структури кристалів, їх фазового складу та структурних змін під впливом зовнішніх чинників; отримувати рентгенограми від моно- та полікристалів при різній геометрії з'йомки; працювати із рентгенівським дифрактометром.

Кількість кредитів – 3.

Загальна кількість годин – 90.

Характеристика навчальної дисципліни	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
6-й	-й
Семестр	
11-й	-й
Лекції	
год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
год.	год.
Лабораторні заняття	
54 год.	год.
Самостійна робота	
36 год.	год.
Індивідуальні завдання	
курсова робота	

Форма контролю – залік.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Дослідження структури монокристалів.

Тема 1. Метод Лауе.

Тема 2. Визначення орієнтації монокристала за допомогою епіграм.

Тема 3. Метод обертання.

Тема 4. Рентгенотопографічні методи дослідження структури монокристалів.

Тема 5. Метод Шульца.

Тема 6. Метод Фудживара.

Розділ 2. Дослідження структури полікристалів.

Тема 7. Метод Дебая-Шеррера.

Тема 8. Дослідження полікристалів за допомогою рентгенівського дифрактометра.

Тема 9. Визначення лінійного коефіцієнта розширення полікристалів.

Тема 10. Визначення концентраційної залежності коефіцієнта дифузії за методом Матано.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усь ого	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 1.	12			6		6						
Тема 2	14			6		8						
Тема 3	10			6		4						
Тема 4	8			6		2						
Тема 5	8			6		2						
Тема 6	10			6		4						
Тема 7	6			4		2						
Тема 8	6			4		2						
Тема 9	10			6		4						
Тема 10	6			4		2						
Усього годин	90			54		36						

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Принципи роботи рентгенівського дифрактометра.	6
2	Застосування рентгенівської топографії в матеріалознавстві.	8
3	Порівняльний аналіз методів рентгеноструктурного аналізу монокристалів.	4
4	Визначення залишкових напружень у полікристалах методом Шульца.	2
5	Використання методу Фудживара для аналізу тонких плівок.	2
6	Методика підготовки зразків для рентгенівського дифрактометричного аналізу полікристалів.	4
7	Автоматизація процесів обробки даних, отриманих за допомогою методів рентгеноструктурного аналізу.	2

8	Дослідження кінетики фазових перетворень за допомогою рентгенівського аналізу in situ:	2
9	Використання комп'ютерного моделювання для визначення орієнтації монокристалів.	4
10	Методи визначення коефіцієнта дифузії в багатокомпонентних системах.	2
	Разом	36

7. Методи контролю

Письмові відповіді на запитання залікового завдання

8. Схема нарахування балів

Поточний контроль та самостійна робота		Підсумковий контроль (залік)	Сума
Розділ 1	Розділ 2		
30	30	40	100

Шкала оцінювання

	Оцінка	
Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

Рекомендована література Основна

1. J. M. Cowley, Diffraction physics / North – Holland Publishing Company – 1975
2. A. Taylor, X-ray Metallography / John Willey & Sons, Inc – 1961
3. R.W. James. The optical principles of the diffraction of X-rays / G.Bell and Sons Ltd - 1962
4. L. Ooi, Principles of X-ray Crystallography, OUP Oxford, 2010.
5. W. Clegg, X-ray Crystallography, Oxford University Press, 2015
6. M. Ladd, R. Palmer, Structure Determination by X-ray Crystallography: Analysis by Xrays and Neutrons, Springer Science & Business Media, 2014
7. D. W. Bennett, Understanding Single-Crystal X-Ray Crystallography, John Wiley & Sons, 2010.

Допоміжна

1. R E Dinnebier, S J L Billinge, Powder Diffraction: Theory and Practice, Royal Society of Chemistry, 2015
2. V. Pecharsky, P. Zavalij, Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials, Springer Science & Business Media, 2005
3. G. Will, Powder Diffraction: The Rietveld Method and the Two Stage Method to Determine and Refine Crystal Structures from Powder Diffraction Data, Springer Science & Business Media, 2006
4. Suryanarayana, C., Norton, M. Grant, Ray Diffraction, Springer Science & Business Media, 2013, 432 p.
5. Radamson, H.H.. X-Ray Techniques. In: Analytical Methods and Instruments for Micro- and Nanomaterials. Lecture Notes in Nanoscale Science and Technology, vol 23. Springer, Cham. (2023) https://doi.org/10.1007/978-3-031-26434-4_1
6. D.K. Bowen, Brian K. Tanner, High Resolution X-Ray Diffractometry And Topography, CRC Press, 1998., 388 p.
7. Zevin, Lev S., Kimmel, Giora, Quantitative X-Ray Diffractometry, Springer US, 2012, 218 p.
8. Kaimin Shih, X-Ray Diffraction: Structure, Principles and Applications (Materials Science and Technologies), Nova Science Pub Inc, 2013, 512 p.
9. E. Zolotoyabko, Basic Concepts of X-Ray Diffraction, Wiley, 2014, 312 p.
10. Ron Jenkins, Robert L. Snyder, Introduction to X - ray Powder Diffractometry, John Wiley & Sons, Inc., 1996, 406 p.