Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра фізики кристалів

“**ЗАТВЕРДЖУЮ**”

Декан
фізичного факультету

Руслан ВОВК
“_____”_____2023 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Спеціальний практикум випускаючої кафедри
(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____перший (бакалавр)_____
/
галузь знань _____0402 – природничі науки_____
(шифр і назва)
спеціальність _____104 – фізика та астрономія_____
(шифр і назва)
освітня програма _____фізика_____
(шифр і назва)
спеціалізація _____
(шифр і назва)
вид дисципліни_____за вибором_____
(обов’язкова / за вибором)
факультет_____фізичний_____

2023/2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою фізичного факультету

30 серпня 2023 року, протокол № 6

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Богданов В. В., канд. фіз.- мат. наук, доцент кафедри фізики кристалів.

Програму схвалено на засіданні кафедри фізики кристалів

Протокол № 6 від 28 серпня 2023 року

Завідувач кафедри Гриньов Б. В.

_____
(підпис)

Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної/наукової) програми (керівником проектної групи)_____
назва освітньої програми

Гарант освітньої (професійної/наукової) програми
(керівник проектної групи)
Бойко Ю.І.

_____
(підпис)

Програму погоджено методичною комісією фізичного факультету

Протокол № 7 від 29 серпня 2023 року

Голова методичної комісії Макаровський М.О.

_____
(підпис)

Програма навчальної дисципліни «Спеціальний практикум випускаючої кафедри» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра
напряму 104 – фізика та астрономія

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є
ознайомити студентів із сучасними методами експериментального дослідження релаксаційних процесів у реальних кристалах

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є
освоїти металографічні методи з використанням оптичної та електронної мікроскопії щодо виявлення мікроструктури металевих об'єктів.

Компетентності, що забезпечуються дисципліною:

- Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується складністю та невизначеністю умов. (ІК)
- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. (ЗК 2)
- Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. (ЗК 3)
- Здатність бути критичним і самокритичним. (ЗК 4)
- Здатність приймати обґрунтовані рішення. (ЗК 5)
- Навички міжособистісної взаємодії. (ЗК 6)
- Навички здійснення безпечної діяльності. (ЗК 7)
- Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт. (ЗК 8)
- Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків. (ЗК 9)
- Здатність діяти соціально відповідально та свідомо. (ЗК 11)
- Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. (ЗК 12)
- Здатність спілкуватися іноземною мовою. (ЗК 13)
- Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії. (ФК 1)
- Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів. (ФК 2)
- Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів. (ФК 3)
- Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень. (ФК 4)
- Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання фізичних систем. (ФК 5)
- Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи. (ФК 8)
- Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації. (ФК 9)
- Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей. (ФК 10)
- Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень. (ФК 12)
- Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук. (ФК 13)
- Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту (ФК 14)

1.3. Кількість кредитів – 5
1.4. Загальна кількість годин – 150

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	-й
Семестр	
8-й	-й
Лекції	
год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
год.	год.
Лабораторні заняття	
50 год.	год.
Самостійна робота	
100 год.	год.
Індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:
знати: основні прийоми та методи експериментального дослідження реальних кристалічних об'єктів;
вміти: користатися оптичними та електронними мікроскопами, знати їх можливости щодо виявлення мікроструктури кристалічних тіл, робити металографічні шліфи, виявляти мікроструктуру кристалів.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

1. Вивчення процеса збіраючої рекристалізації у полікристалах заліза
2. Спікання порошкових пресовок
3. Дифузійний розпад тонких металевих плівок на твердій підкладці
4. Вивчення процесу взаємної дифузії в системі Cu-Ni
5. Релаксація напруг, що виникають у дифузійній зоні, під час формування інтерметаліду в системі Cd-Ni

3. Структура навчальної дисципліни

Назви роздлів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
		л	п	л.	ін.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
1. Вивчення процеса збіраючої рекристалізації у полікристалах заліза	30			10		20
2. Спікання порошкових пресовок	30			10		20

3. Дифузійний розпад тонких металевих плівок на твердій підкладці	30			10		20
4. Вивчення процесу взаємної дифузії в системі Cu-Ni	30			10		20
5. Релаксація напруг, що виникають у дифузійній зоні, під час формування інтерметаліду в системі Cd-Ni	30			10		20
Усього годин	150			50		100

5. Завдання для самостійної роботи

№	Вивчення теоретичних основ процесів, що досліджуються, за допомогою методичних розробок, та рекомендованої літератури	Кількість годин
1	Вивчення процеса збіраючої рекристалізації у полікристалах заліза	20
2	Спікання порошкових пресовок	20
3	Дифузійний розпад тонких металевих плівок на твердій підкладці	20
4	Вивчення процесу взаємної дифузії в системі Cu-Ni	20
5	Релаксація напруг, що виникають у дифузійній зоні, під час формування інтерметаліду в системі Cd-Ni	20
	Разом	100

7. Методи контролю:

залік.

Питання до контролю:

1. Характеристики процесу збіркової рекристалізації. Рушійна сила процесу.
2. Закономірності кінетики протікання процесу збіркової рекристалізації.
3. Металографічні методи виявлення зеренної структури полікристалу.
4. Метод розрахунку середнього розміру зерна полікристалу.
5. Критерії вибору ділянки шліфа, на якій відбувалася саме збіркова рекристалізація.
6. Визначення та характеристики процесу спікання порошкових об’єктів.
7. Рушійна сила процесу спікання.
8. Механізми перенесення речовини у процесі спікання.
9. Чому швидкість спікання залежить від розміру кристалітів, складаючих пресовку.
10. Метод виміру середнього розміру кристалітів.
11. Рушійна сила розпаду суцільної тонкої плівки на підкладці.
12. Механізм перенесення речовини у процесі розпаду плівки.
13. Критерій енергетичної доцільності розпаду плівки.
14. Метод отримання тонкої плівки на підкладці.
15. Метод виміру товщини плівки на підкладці.
16. Процес взаємної дифузії: його характеристики, рівняння, що описує кінетику його ходи у часі.
17. Коефіцієнт взаємної дифузії. Метод його розрахунку по експериментально виміряному розподілу концентрації речовини в дифузійній зоні.
18. Метод вимірювання розподілу концентрації речовини в дифузійній зоні.
19. Чому коефіцієнт взаємної дифузії речовин залежить від її концентрації в дифузійній зоні?
20. Що релаксує у процесі взаємної дифузії?

21. Що такє інтерметалічна сполука?
22. Чому, де і якого знаку напруги виникають під час формування інтерметаліду?
23. Які процеси релаксації можуть супроводжувати процес формування і росту інтерметаліду?
24. Як розрахувати величину стрибка об'єму кристалічної гратки, пов'язаного з утворенням сполуки?
25. Як оцінити внесок пластичної релаксації напруг під час утворення тріщин (крихкої релаксації) в інтерметаліді?

8. Схема нарахування балів

Поточне тестування за темами					Залік	Сума
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5		
12	12	12	12	12	40	100

Т1, Т2 ... – теми лабораторних робіт

Тестування з кожної теми складається з 3-ох етапів: 1) виконання лабораторної роботи (4 бали), 2) оформлення роботи (4 бали), 3) відповідь на контрольні запитання (4 бали).

Критерієм оцінювання на заліку слугує якість відповідей на запитання з кожної з 5-ти тем (8 балів за правильні відповіді з кожної теми).

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

9. Рекомендована література

Основна література

1. Manning J. Kinetics of atoms diffusion in crystals.– Elsevier, 1971.
2. A. C. Damask, G. J. Dienes, Point Defects in Metals, Gordon and Breach, New York, 1963
3. A. B. Lidiard, Ionic Conductivity. Encyclopedia of Physics, Springer - Verlag , Berlin , 1957
4. Bokstein B.S. Diffusion in metals, Springer Science, 1978.
5. Гегузин Я. О. Дифузійна зона.– Київ, Наукова думка, 1979.
6. Kaur I., Gust B. Diffusion along grain and phase boundaries.– Elsevier, 1991.
7. Богданов В. В. Дифузія в кристалах. – ХНУ, 2006.
8. P. G. Shewmon, Diffusion in Solids, J. Williams Book Company, 1983
9. H. Mehrer, Diffusion in Solids: Fundamentals, Methods, Materials, Diffusion-Controlled Processes Springer Science & Business Media, 2007

Допоміжна література

1. Парицька Л. Н. Дифузія і дифузійні процеси в кристалах: Тексти лекцій.– Част. 1.– Харків: ХДУ, 1991.
2. Adda Y., Philibert J. La diffusion dans les solides.– 1,2. Saclay, France, 1966.
3. Philibert J. Atom movements. Diffusion and mass transport in solids.– Les Editions de Physiqe, 1991.