

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

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан фізичного факультету

Руслан BOBK



2025 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Загальний лабораторний практикум магістрів
(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ другий (магістерський)
галузь знань _____ Е – природничі науки, математика та статистика
(шифр і назва)
спеціальність _____ Е5 – фізика та астрономія
(шифр і назва)
освітня програма _____ освітньо-наукова – 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

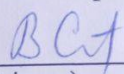
29 серпня 2025 року, протокол № 10

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ: Богданов В.В., 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:



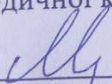
(підпис)

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 навчальної дисципліни «Загальний лабораторний практикум магістрів» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки _____ магістра _____

спеціальності _____ **Е5 – 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.

1.3. Кількість кредитів – 6

1.4. Загальна кількість годин – 180

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	-й
Семестр	
2-й	-й
Лекції	
год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
год.	год.
Лабораторні заняття	
72 год.	год.
Самостійна робота	
108 год.	год.
Індивідуальні завдання	
год.	

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

Компетентності, що мають бути сформовані:

Інтегральна: Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми дослідницького та/або інноваційного характеру у фізиці та астрономії (ІК1).

Загальні

- Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК1)
- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК2).
- Здатність проведення досліджень на відповідному рівні (ЗК3).

- Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології (ЗК4).
- Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми (ЗК5).
- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК6).
- Здатність працювати в міжнародному контексті (ЗК8).
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК9).
- Здатність дотримуватися принципів академічної доброчесності (ЗК11).

Фахові

- Здатність використовувати закони та принципи фізики та/або астрономії у поєднанні із потрібними математичними інструментами для опису природних явищ (ФК1).
- Здатність формулювати, аналізувати та синтезувати рішення наукових проблем в області фізики та/або астрономії (ФК2).
- Здатність презентувати результати проведених досліджень, а також сучасні концепції у фізиці та/або астрономії фахівцям і нефаківцям (ФК3).
- Здатність комунікувати із колегами усно і письмово державною та англійською мовами щодо наукових досягнень та результатів досліджень в області фізики та/або астрономії (ФК4).
- Здатність сприймати новоздобуті знання в області фізики та астрономії та інтегрувати їх із уже наявними, а також самостійно опановувати знання і навички, необхідні для розв'язання складних задач і проблем у нових для себе деталізованих предметних областях фізики та/або астрономії й дотичних до них міждисциплінарних областях (ФК5).
- Здатність встановлювати зв'язок між експериментальними і теоретичними результатами, здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних явищ, об'єктів і процесів, пов'язувати результати досліджень із сучасними фізичними та астрономічними теоріями і уявленнями (ФК8).
- Здатність формулювати нові гіпотези та наукові задачі в області фізики та астрономії, вибирати відповідні методи для їх розв'язання, беручи до уваги наявні ресурси (ФК9).
- Здатність проводити аналіз наукових результатів, отриманих в області фізики та астрономії (ФК13).
- Здатність ефективно використовувати людські та матеріальні ресурси для вирішення фундаментальних та прикладних наукових завдань (ФК14).

1.7. Перелік результатів навчання, що формує дана дисципліна

Програмні результати навчання

Програмні результати навчання, що забезпечуються дисципліною:

- ✓ Використовувати концептуальні та спеціалізовані знання і розуміння актуальних проблем і досягнень обраних напрямів сучасної теоретичної і експериментальної фізики та/або астрономії для розв'язання складних задач і практичних проблем. (ПРН 1).
- ✓ Проводити експериментальні та/або теоретичні дослідження з фізики та астрономії, аналізувати отримані результати в контексті існуючих теорій, робити аргументовані висновки (включаючи оцінювання ступеня невизначеності) та пропозиції щодо подальших досліджень (ПРН 2).
- ✓ Обирати і використовувати відповідні методи обробки та аналізу даних фізичних та/або астрономічних досліджень і оцінювання їх достовірності (ПРН 4).
- ✓ Оцінювати новизну та достовірність наукових результатів з обраного напрямку фізики та/або астрономії, оприлюднених у формі публікації чи усної доповіді. (ПРН 7)
- ✓ Презентувати результати досліджень у формі доповідей на семінарах, конференціях тощо, здійснювати професійний письмовий опис наукового дослідження, враховуючи вимоги, мету та цільову аудиторію. (ПРН 8)

- ✓ Аналізувати та узагальнювати наукові результати з обраного напрямку фізики та/або астрономії, відслідковувати найновіші досягнення в цьому напрямі, взаємокорисно спілкуючись із колегами. (ПРН 9)
- ✓ Відшукувати інформацію і дані, необхідні для розв'язання складних задач фізики та/або астрономії, використовуючи різні джерела, зокрема, наукові видання, наукові бази даних тощо, оцінювати та критично аналізувати отримані інформацію та дані. (ПРН 10)
- ✓ Застосовувати теорії, принципи і методи фізики та/або астрономії для розв'язання складних міждисциплінарних наукових і прикладних задач. (ПРН 11)
- ✓ Брати продуктивну участь у виконанні експериментальних та/або теоретичних досліджень в області фізики та астрономії. (ПРН 16)

1.8. Вивченню навчальної дисципліни передують курс загальної фізики, курс класичної термодинаміки та статистичної фізики.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

1. Вивчення процесу взаємної дифузії
2. Дифузійний розпад тонких металевих плівок на твердій підкладці

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів 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 процесу збіраючої рекристалізації у полікристалах заліза	36			16		20
2. Спікання порошкових пресовок	36			16		20
3. Дифузійний розпад тонких металевих плівок на твердій підкладці	36			16		20
4. Вивчення процесу взаємної дифузії в системі Cu-Ni	36			8		28
5. Релаксація напруг, що виникають у дифузійній зоні, під час формування інтерметаліду в системі Cd-Ni	36			16		20
Усього годин	180			72		108

5. Завдання для самостійної роботи

№	Вивчення теоретичних основ процесів, що досліджуються, за допомогою методичних розробок, та рекомендованої літератури	Кількість годин
1	Вивчення процесу 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	28
5	Релаксація напруг, що виникають у дифузійній зоні, під час формування інтерметаліду в системі Cd-Ni	20
	Разом	108

6. Індивідуальні завдання

7. Методи контролю:

залік.

Питання до контролю:

1. Чи є дифузія явищем перенесення?
2. Чим відрізняється ізотопний коефіцієнт від коефіцієнта взаємної дифузії?
3. На чому заснована підстановка Больцмана?
4. З чим пов'язана максимальна похибка вимірювання коефіцієнта взаємної дифузії методом Матано?
5. Чому $D(0.2) < D(0.6)$?
6. Рушійна сила розпаду суцільної тонкої плівки на підкладці.
7. Механізм перенесення речовини у процесі розпаду плівки.
8. Критерій енергетичної доцільності розпаду плівки.
9. Метод отримання тонкої плівки на підкладці.
11. Метод виміру товщини плівки на підкладці.

8. Схема нарахування балів

Поточне тестування за темами	Залік	Сума
T1-T5		
50	50	100

T1, T2 ... – теми лабораторних робіт

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

Критерієм оцінювання на заліку слугує якість відповідей на запитання з кожної теми (10 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. Богданов В. В. Дифузія в кристалах. – ХНУ, 2006.
2. Mehrer, H. Diffusion in solids: fundamentals, methods, materials, diffusion-controlled processes. – Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007.

3. Ghomashchi, R. An Introduction to Fundamentals of Diffusion in Solid State Materials. – CRC Press, 2024.
4. Shewmon P. Diffusion in Solids. – Springer Cham, 2016.
5. Manning J. Diffusion Kinetics for Atoms in Crystals. – Van Nostrand, 1968.

Допоміжна література

1. Парицька Л. Н. Дифузія і дифузійні процеси в кристалах: Тексти лекцій.– Част. 1.– Харків: ХДУ, 1991.
2. Murch, G. E. Diffusion in crystalline solids. – Academic Press, 2012.
3. Alope P., and Divinski, S. (eds.) Handbook of Solid State Diffusion: Volume 1: Diffusion Fundamentals and Techniques. Vol. 1. – Elsevier, 2017.