

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

“ЗАТВЕРДЖУЮ”



Декан фізичного факультету ХНУ
імені В. Н. Каразіна

Оуслан БОВК

“ _____ ” 2023 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Мікроскопія та спектроскопія твердих тіл

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ *перший рівень (бакалавр)*

галузь знань _____ *10 - 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: Зиман З. З.. - доктор фіз.-мат. наук., професор,
професор кафедри фізики твердого тіла.

Програму схвалено на засіданні кафедри фізики твердого тіла

Протокол № 7 від 28 серпня 2023 року

Завідувач кафедри



Золтан ЗИМАН

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

фізика _____
назва освітньої програми

Гарант освітньої (професійної/наукової) програми

(керівник проектної групи)



Олег ЛАЗОРЕНКО

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією фізичного факультету Протокол № 7
від 29 серпня 2022 року

Голова методичної комісії



Микола МАКАРОВСЬКИЙ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Мікроскопія та спектроскопія твердих тіл” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки бакалавр

(назва рівня вищої освіти)
спеціальності (напряму) 104 фізика та астрономія

освітня програма _____

спеціалізації фізика _____

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Ознайомити студентів із сучасними та традиційними методами дослідження складу, структури та морфології твердих тіл (включно з біоматеріалами).

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни:

Інтегральна компетентність:

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.

Загальні компетентності:

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. Здатність приймати обґрунтовані рішення. Навички здійснення безпечної діяльності. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

Фахові компетентності:

Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації. Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей. Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень. Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.

1.3. Кількість кредитів - 5

1.4. Загальна кількість годин - 150

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	-й
Семестр	

6-й	-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
18 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота, у тому числі	
100 год.	год.
Курсова робота	
20 год.	

1.6. Заплановані результати навчання

У результаті вивчення даного курсу студент повинен:

Знати, розуміти та вміти застосовувати на базовому рівні основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та/або астрономії. Знати і розуміти фізичні основи астрономічних явищ: аналізувати, тлумачити, пояснювати і класифікувати будову та еволюцію астрономічних об'єктів Всесвіту (планет, зір, планетних систем, галактик тощо), а також основні фізичні процеси, які відбуваються в них. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій. Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії. Оцінювати вплив новітніх відкриттів на розвиток сучасної фізики та астрономії. Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації. Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшукувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань. Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки. Розуміти зв'язок фізики та/або астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень. Знати і розуміти роль і місце фізики, астрономії та інших природничих наук у загальній системі знань про природу та суспільство, у розвитку техніки й технологій та у формуванні сучасного наукового світогляду. Розуміти значення фізичних досліджень для забезпечення сталого розвитку суспільства. Розуміти історію та закономірності розвитку фізики та астрономії. Розуміти місце фізики та астрономії у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій. Структура навчальної дисципліни.

Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Методи мікроскопічного аналізу

Тема 1: Електронна мікроскопія

1.1. Принципи електронної мікроскопії

1.1.1. Роздільна здатність і корисне збільшення мікроскопу

1.1.2. Хід променів і формування зображення

1.1.3. Типи електронних мікроскопів

1.2. Практика електронної мікроскопії

1.2.1. Методи приготування об'єктів (електро- та хімічне полірування, сколювання, розщеплювання та мікротомування, іонне бомбардування; методи осадження у вакуумі, із парів і розчину; твердіння з розплаву).

1.2.2. Деякі практичні способи роботи

1.3. Застосування електронної мікроскопії в дослідженні твердих тіл

1.3.1. Реальна структура поверхні (метод реплік, декорування за Бассетом)

1.3.2. Структура фольг і плівок

1.3.3. Фазові перетворення у тонких шарах

1.3.4. Вплив опромінювання на структуру речовини

- 1.3.5. Корозія твердих тіл
 1.3.6. Дослідження процесів поверхневої дифузії
Тема 2: Автоелектронна та автоіонна мікроскопії
 2.1. Основні характеристики та будова автоелектронного мікроскопа
 2.2. Принцип роботи, характеристики та будова автоіонного мікроскопа
 2.3. Застосування автоелектронного та автоіонного мікроскопів
 2.3.1. Адсорбція та поверхнева дифузія сторонніх частинок
 2.3.2. Поверхнева самодифузія
 2.3.3. Високотемпературні фазові перетворення
 2.3.4. Реальна структура металічних кристалів на атомному рівні
 2.3.5. Кінетика росту кристалів
 2.3.6. Дослідження емісійних властивостей матеріалів
 2.3.7. Метало-плівкові системи як ефективні емітери
 2.4. Розвиток автоіонного мікроскопа з атомним зондом
Розділ 2. Спектроскопічні методи
Тема 3: Оже - електронна спектроскопія
 3.1. Ефект Оже
 3.2. Апаратура та можливості методу Оже
 3.3. Застосування методу Оже для дослідження поверхні
Тема 4: Мас-спектрометрія твердих тіл
 4.1. Принципи мас-спектрометрії
 4.2. Твердотільні мас-спектрометри та методи дослідження
 4.3. Мас-спектрометричні дослідження поверхневих процесів
Тема 5: Вторинна іонна мас-спектрометрія
 5.1. Взаємодія заряджених частинок із твердим тілом
 5.2. Фізичні принципи методу та роботи апаратури
 5.3. Застосування вторинної іонної мас-спектрометрії
 5.3.1. Аналіз об'ємного складу твердих тіл
 5.3.2. Хімічний склад поверхні
 5.3.3. Поверхневі явища (адсорбція, дифузія, корозія, каталіз)
 5.3.4. Пошаровий хімічний аналіз
Тема 6: Рентгено-спектральний аналіз
 6.1. Фізичні основи методу
 6.2. Рентгеноспектральна апаратура
 6.3. Застосування рентгеноспектрального мікроаналізу
Розділ 3. Дифракційні методи
Тема 7: Дифракція електронів
 7.1. Фізичні основи методу
 7.2. Хід променів під час дифракції швидких і повільних електронів
 7.3. Апаратурні схеми електронографів на швидких і повільних електронах
 7.4. Застосування дифракції електронів (структура та процеси в тонких плівках; структура та зміни в приповерхневих шарах твердих тіл; можливості точного визначення параметрів ґратки; структура поверхні монокристалів; явища та процеси в моношарах на кристалічній поверхні).

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		п	лаб.	інд.	с. р.	л		п	лаб.	інд.	с. р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Методи мікроскопічного аналізу												
Разом за розділом 1	50	12	3			35						
Розділ 2. Спектроскопічні методи												

Разом за розділом 2	50	12	3		35						
Розділ 3. Дифракційні методи											
Разом за розділом 3	50	8	12		30						
Усього годин	150	16	8		100						

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
	Разом	

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Відповідно до змісту розділів 1-3	18
2		
	Разом	18

6. Індивідуальні завдання Тема: Спектроскопічні та дифракційні методи дослідження.

7. Методи контролю

Дві контрольні роботи - 4 год.

8. Схема нарахування балів

Приклад для підсумкового семестрового контролю при проведенні семестрового екзамену або залікової роботи

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальне завдання												Екзамен	Сума	
Розділ 1				Розділ 2				Розділ 3			Курсова робота			Разом
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11				
2	2	3	4	2	2	4	2	3	3	3	20	50	50	100

T1, T2 ... - теми розділів.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 - 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	

50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

9. Рекомендована література

1. Зиман З.З.. Основи структурної кристалографії: Навчальний посібник. - Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2008. - 212 с.
2. Бадіян Є.Ю. Практична кристалографія: Навчальний посібник. - Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2010. - 144 с.
3. З.З. Зиман, А.Ф. Сіренко. Основи фізичного матеріалознавства: Навчальний посібник. - Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2005. - 288 с.
4. Основи фізичного матеріалознавства: навчальний посібник/ В.С. Кшнякин, А.С. Опанасюк, К.О. Дядюра - Суми: Сумський державний університет, 2015. - 466 с.

1. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. www.ccp14.ac.uk