

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

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан
фізичного факультету



Руслан БОБК

“29” серпня 2025 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Спеціальний практикум
(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ перший (бакалаврський) _____
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 _____

2025/2026 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою фізичного факультету

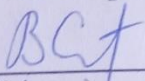
29 серпня 2025 року, протокол № 10

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ: Пахомова І.М., 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:



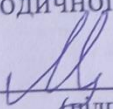
(підпис)

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)

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

Предметом вивчення навчальної дисципліни дослідження експериментальним шляхом фізичних властивостей твердих тіл.

1.Опис навчальної дисципліни

Спецпрактикум "Фізичні властивості твердих тіл" призначений для підготовки студентів 3-го курсу. У спецкурсі "Фізичні властивості твердих тіл" викладені основні відомості про структурні дефекти в кристалах, які можуть застосовуватися для опису будь-яких структурночутливих властивостей реальних кристалічних матеріалів.

Спецпрактикум «Фізичні властивості твердих тіл» містить описи лабораторних робіт, складених відповідно до програми лекційного курсу з фізики твердого тіла, фізичного матеріалознавства, теорії дефектів і фізики міцності і пластичності, що читаються для студентів кафедри фізики кристалів фізичного факультету. Кожна лабораторна робота забезпечена відомостями з теорії в обсязі, необхідному для виконання завдань з лабораторних робіт. Представлені лабораторні роботи мають на меті допомогти студентам закріпити знання, отримані на лекціях, практично ознайомитися з існуючими методиками дослідження фізичних властивостей твердих тіл.

Курс вивчається в 6 семестрі, складається з 9 лабораторних робіт і закінчується заліком в очній формі під час сесії.

Курс включає в себе 9 тем, присвячених розгляду основних властивостей твердих тіл.

Теоретичний матеріал, практичні завдання, методичне забезпечення, питання для самоперевірки і контролю знань Ви отримуйте зі сторінок сайту курсу відповідно до структури курсу і методичними рекомендаціями до його окремих елементів.

Організація навчання студентів за курсом здійснюється у вигляді: практичних завдань, підсумкового і проміжних тестових завдань. Підготовка до виконання роботи здійснюється самостійно.

1.1. Метою вивчення навчальної дисципліни є:

в ході виконання лабораторних робіт познайомити студентів з елементами наукових досліджень які дозволяють студентам поглиблено засвоїти теоретичний матеріал та набути практичних навиків в матеріалознавстві.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є познайомити студентів з основними методами досліджень фізичних властивостей твердих тіл.

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 – 6

1.4. Загальна кількість годин – 180

Характеристика навчальної дисципліни	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	-й
Семестр	
6-й	-й
Лекції	
год.	год.

Практичні, семінарські заняття	
год.	год.
Лабораторні заняття	
66 год.	год.
Самостійна робота	
114 год.	год.
Індивідуальні завдання	
год.	

Форма контролю – залік

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

знати: основні прийоми та методи експериментального дослідження фізичних властивостей твердих тіл; **вміти:** користуватись оптичними мікроскопами, знати їх можливості щодо виявлення мікроструктури кристалічних тіл, виявляти мікроструктуру кристалів, користуватись спектрофотометром, мікрофотометром.

Програмні результати навчання, що забезпечуються дисципліною:

- 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. (ПРН 1)
- 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. (ПРН 2)
- Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій. (ПРН 3)
- Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії. (ПРН 5)
- Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації. (ПРН 7)
- Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшуковувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань. (ПРН 8)
- Мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики або астрономії, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи. (ПРН 9)
- Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки. (ПРН 11)
- Вміти представляти одержані наукові результати, брати участь у дискусіях стосовно змісту і результатів власного наукового дослідження. (ПРН 12)
- 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. (ПРН 13)

- Знати і розуміти основні вимоги техніки безпеки при проведенні експериментальних досліджень, зокрема правила роботи з певними видами обладнання та речовинами, правила захисту персоналу від дії різноманітних чинників, небезпечних для здоров'я людини. (ПРН 14)
- Мати навички роботи із сучасною обчислювальною технікою, вміти використовувати стандартні пакети прикладних програм і програмувати на рівні, достатньому для реалізації чисельних методів розв'язування фізичних задач, комп'ютерного моделювання фізичних та астрономічних явищ і процесів, виконання обчислювальних експериментів. (ПРН 16)
- 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. (ПРН 17)
- Розуміти значення фізичних досліджень для забезпечення сталого розвитку суспільства. (ПРН 22)
- Розуміти місце фізики та астрономії у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій. (ПРН 24)
- Мати навички самостійного прийняття рішень стосовно своїх освітньої траєкторії та професійного розвитку. (ПРН 25)

2. Виклад змісту навчальної дисципліни

1. Дослідження дислокаційної структури кристалів методом хімічного травлення
2. Вимірювання мікротвердості
3. Вивчення температурної залежності діелектричної проникності іонних кристалів в області оптичних частот
4. Дослідження центрів забарвлення в лужно-галоїдних кристалах
5. Дослідження іонної провідності лужно-галоїдних кристалів
6. Дослідження тонких металевих шарів
7. Взаємодія імпульсного лазерного випромінювання з поверхнею твердих тіл
8. Дослідження радіаційних дефектів в твердих тілах.
9. Оптичний метод вивчення напружень в твердих тілах.
10. Правила безпеки.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	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
Розділ 1												
Тема 1.	19			8		11						
Тема 2.	19			8		11						
Тема 3	20			9		11						
Тема 4	19			9		10						

Тема 5	19			8		11						
Тема 6.	16			4		12						
Тема 7.	16			4		12						
Тема 8	20			8		12						
Тема 9	16			4		12						
Тема 10	16			4		12						
Разом за модулем	180			66		114						
Усього годин	180			66		114						

6. Самостійна робота

Підготуватися до кожної лабораторної роботи: ознайомитися із теоретичним матеріалом, роботою обладнання, зробити конспект, відповісти на контрольні запитання за темами наведеними нижче:

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Ознайомитися з типами дефектів в реальних кристалах. Ознайомитися з методикою хімічного травлення та приготування травників. Освоїти роботу з металографічним мікроскопом МІМ-8	11
2	Познайомитися з устроєм приладу ПМТ-3. Вивчити принциповий устрій та режим роботи ПМТ-3. Освоїти роботу з металографічним мікроскопом МІМ-8	11
3	Познайомитися з методикою експериментального визначення температурної залежності показника заломлення кристалічного тіла. З'ясувати чим обумовлена поляризованість в області оптичних частот.	11
4	Познайомитися із режимами роботи спектрофотометра Shumadzu UV-1800. З'ясувати чому ми спостерігаємо різне забарвлення лужно-галоїдних кристалів після опромінення рентгеном?	10
5	З'ясувати механізм іонної провідності. Встановити, що таке власна та домішкова провідності. З'ясувати на чому ґрунтується процес вимірювання провідності.	11
6	Познайомитися з будовою та роботою універсальної вакуумної установки ВУП -2. Познайомитися з різними методами розрахунку товщини шарів, які напиляються. Вивчити призначення та режим роботи приладу "мікрофотометр".	12
7	Познайомитися з роботою оптичного квантового генератора. З'ясувати критерії оцінки характеру руйнування тонких металевих шарів при взаємодії із випромінюванням ОКГ. Познайомитися з будовою та роботою універсальної вакуумної установки ВУП -2.	12
8	З'ясувати механізми утворення треків. Познайомитися з методами хімічного травлення, які використовуються для виявлення треків. Познайомитись з методом розрахунку концентрації домішок, які діляться, в діелектриках.	12

9	Познайомитися з явищем фотопружності - виникненням оптичної анізотропії і пов'язаним з нею подвійним променезаломленням в результаті дії механічних напружень в твердих тілах, які спочатку були ізотропними. Освоїти метод графічного інтегрування для визначення величини головних напружень на прикладі диска, стиснутого двома зосередженими навантаженнями вздовж діаметра..	12
10	Правила безпеки життєдіяльності. Ознайомитися з правилами поведінки в лабораторії (на кожній окремій практичній роботі).	12
	Разом	114

8. Методи навчання

1. Експериментальні дослідження. (Описи роботи з спеціальним обладнанням: робота із оптичними мікроскопами, з поляризаційним мікроскопом, принцип дії спектрофотометра та ПМТ-3, робота із мікрофотометром та ВУП-2). Метод хімічного травлення для спостереження дефектної структури твердих тіл. Рентгенівське опромінювання.
2. Словесні методи - розповідь-пояснення, елементи бесіди.
2. Наочні методи - ілюстрація, демонстрація (Інтерактивні слайд-лекції).
3. Методи самостійного мислення студентів (проблемно-пошукові методи).
4. Дистанційна підтримка курсу у ПЗ Moodle <http://dist.karazin.ua/moodle/course/view.php?id=1343>

9. М

етоди контролю Контроль знань у тестовому вигляді. у ПЗ MyTestX.

10. Р

озподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота										Підсумковий контроль залік)	Сума
Розділ 1											100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T 10		
60										40 (підсумкове тестування у ПЗ Му TestX)	

Залік «Інструктаж то техніки безпеки» 6 балів.

9 лабораторних робіт, кожна робота оцінюється по 6 балів (6=2+2+2): 2 – виконання лабораторної роботи, 2 – оформлення роботи, 2 – відповіді на контрольні запитання. **11.**

Методичне забезпечення 1. Опис лабораторного практикуму (друкований та електронний вигляд).

2. Методичні рекомендації до проведення лабораторного практикуму.
3. Контрольні завдання для заліку.
4. Завдання у тестовому вигляді для самоконтролю та контролю знань.
5. Техніка безпеки та життєдіяльності.
6. Дистанційна підтримка курсу у ПЗ Moodle <http://dist.karazin.ua/moodle/course/view.php?id=1343>

14. Рекомендована література

Базова

1. Ch. Kittel, Introduction to Solid State Physics, Wiley, 1996.
2. D. Hull, D. J. Bacon, Introduction to Dislocations, Butterworth-Heinemann, 2011
3. J. Friedel, Dislocations, Pergamon Press, 1967
4. Shumadzu UV-1800. User manual, SMT, 2009
5. A. B. Lidiard, Ionic Conductivity. Encyclopedia of Physics, Springer - Verlag , Berlin , 1957
6. M. W. Thompson, Defects and Radiation Damage in Metals, Cambridge University Press, 1974
7. M. M. Frocht, Photoelasticity, J. Wiley, 1948

15. Інформаційні ресурси

1. kfk.biz.ht
2. <http://dist.karazin.ua/moodle/course/view.php?id=1343>