

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра фізичної оптики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан фізичного факультету



Руслан ВОВК

«1 вересня» 2023 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

**Спецпрактикум зі спектрального аналізу**

Рівень вищої освіти	<b>перший (бакалаврський)</b>
Галузь знань	<b>10 – природничі науки</b>
Спеціальність	<b>104 – фізика та астрономія</b>
Освітня програма	<b>фізика</b>
Спеціалізація	
Вид дисципліни	<b>за вибором</b>
Факультет	<b>фізичний</b>

2023 / 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою фізичного факультету.

Протокол від 30.08.2023 р. № 6.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Макаровський Микола Олександрович, канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент каф. фізичної оптики

Маковецький Євген Дмитрович, канд. фіз.-мат. наук, доцент каф. фізичної оптики

Програму схвалено на засіданні кафедри фізичної оптики.

Протокол від 28.08.2023 р. № 1.

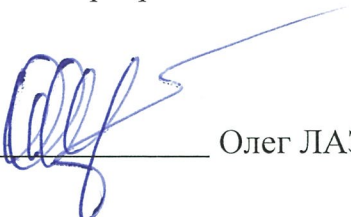
В. о. завідувача кафедри фізичної оптики



---

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми «Фізика».

Гарант освітньо-професійної програми



---

Олег ЛАЗОРЕНКО

Програму погоджено методичною комісією фізичного факультету.

Протокол від 29.08.2023 р. № 7.

Голова методичної комісії



---

Микола МАКАРОВСЬКИЙ

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Спецпрактикум зі спектрального аналізу» складена відповідно до освітньої програми підготовки «бакалавр» зі спеціальності «104 – фізика та астрономія», освітньо-професійна програма «Фізика».

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою вивчення навчальної дисципліни «Спецпрактикум зі спектрального аналізу» є надання студентам фахових знань щодо основних методів експериментальних досліджень оптичних явищ і процесів; будови і принципу дії вимірювальної апаратури; основних методів проведення наукового експерименту, одержання і опрацювання експериментальних даних; основних положень техніки безпеки при проведенні експериментальних досліджень. Частина лабораторних робіт присвячена кількісному вивченню тих фізичних явищ, які були розглянуті на лекціях із відповідних спеціальних курсів з фізичної оптики.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

1. Формування у студентів фізичного факультету фахових теоретичних знань і практичних навичок з експериментальної фізики за розділом «Фізична оптика».
2. Ознайомлення студентів з експериментальним базисом сучасної оптики.

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 1).
- 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 (ЗК 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.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	
Семестр	
6-й	
Лекції	
не передбачено навчальним планом	
Практичні, семінарські заняття	
не передбачено навчальним планом	
Лабораторні заняття	
66 год.	
Самостійна робота	
114 год.	
в тому числі індивідуальні завдання	
не передбачено навчальним планом	

1.6. Заплановані результати навчання

У результаті вивчення даної навчальної дисципліни студент повинен продемонструвати такі результати навчання:

1. Здатність знати та уміти використовувати на практиці основні методи та засоби фізичного експерименту для проведення експериментальних досліджень з фізичної оптики.

2. Здатність знати та самостійно здійснювати опрацювання результатів наукового експерименту, визначати похибки вимірювання і розрахунку фізичних величин, аналізувати достовірність одержаних результатів.

3. Здатність вести та самостійно доповнювати конспекти; укласти звіт про виконання лабораторної роботи; будувати графіки залежностей фізичних величин та створювати таблиці даних.

4. Здатність здійснювати самоконтроль якості засвоєння теоретичних знань за темою лабораторної роботи з використанням контрольних питань та тестів.

5. Здатність пояснювати і захищати результати, одержані в результаті проведення навчальних досліджень.

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 відшукувати 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. Тематичний план навчальної дисципліни

**Розділ 1.** «Спецпрактикум зі спектрального аналізу».

**Вступне заняття.** Мета і завдання вивчення дисципліни «Спецпрактикум зі спектрального аналізу».

Інструкція з охорони праці при виконанні лабораторних робіт в навчальних лабораторіях спеціального практикуму з оптики кафедри фізичної оптики. Засоби вимірювань та основні методи фізичного експерименту з фізичної оптики. Методичні рекомендації щодо графічного зображення та опрацювання результатів оптичного експерименту.

### *Основний зміст експериментальних лабораторних робіт*

За змістом експериментальні лабораторні роботи на спеціальному практикумі розподілені на дві складові. Першою з них є лабораторні роботи з оптичної спектроскопії, під час виконання яких студенти визначають кількісні та якісні особливості спектрів атомів з використанням відповідних методів спектроскопічних досліджень. Друга складова – це ті лабораторні роботи, в яких, в межах сучасної хвильової оптики, досліджуються і вивчаються властивості і фізична природа явищ, пов'язаних з двопрменевою інтерференцією світла, а також його взаємодія з прозорою речовиною.

У низці лабораторних робіт експериментально досліджуються явища інтерференції, поляризації світла, розповсюдження світла в анізотропних прозорих середовищах (подвійне променезаломлення, обертання площини поляризації), визначається оптична густина (барвників, розчинів), дисперсія показників заломлення відповідних середовищ.

З квантовими властивостям світла студенти ознайомлюються при освоєнні методів якісного і кількісного спектральних аналізів металів і сплавів.

## 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					
<b>Розділ 1. Спецпрактикум зі спектрального аналізу</b>												
Вступне заняття	4			4								
Лабораторні роботи	176			62		114						
Разом за розділом 1	180			66		114						
<b>Усього годин</b>	180			66		114						

#### 4. Теми лабораторних занять Експериментальні лабораторні роботи

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість годин, відведених на виконання кожної лабораторної роботи
1	Вакуумне нанесення покриттів: твердофазних тонких плівок металів	5
2	Градування універсального монохроматора УМ-2	4
3	Визначення дублетної структури спектральних ліній за допомогою мікроінтерферометра Лінніка МП-4	4
4	Вимірювання товщин шарів та малих радіусів кривизни сферичних та циліндричних лінз	4
5	Дослідження основних характеристик призмового спектрографа ІСП-22 (ІСП-28)	8
6	Експериментальне дослідження спектру ртуті	8
7	Визначення концентрації за допомогою інтерферометра Релея.	4
8	Напівкількісний аналіз легованих сталей за допомогою стилоскопа СЛ-11	4
9	Якісний спектральний аналіз сплавів фотографічним методом	8
10	Експериментальне вивчення властивостей фотопластинок	5
11	Дослідження двопроменевого заломлення у кристалах	4
12	Вимірювання показника заломлення газів за допомогою інтерферометра Жамена	4
	Разом	62

#### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Ознайомлення з науковими основами вакуумної техніки	9
2	Вивчення основ теорії виникнення спектрів та методів їх дослідження	9
3	Ознайомлення з основами застосування двопроменевої інтерференції для визначення структури спектральних ліній	9
4	Інтерферометр Лінніка МП-4 як оптична система	9
5	Призмовий спектрограф та його можливості щодо дослідження спектрів	11
6	Особливості спектрів атомів з двома валентними електронами на прикладі спектру ртуті	11
7	Пояснення фізичної природи залежності показника заломлення від концентрації солі у водному розчині	9
8	Пояснення фізичної природи явища залежності положення та	9

	інтенсивності спектральних ліній від складових компонент легованих сталей	
9	Ознайомлення з теоретичними основами методики спектрального аналізу сплавів	11
10	Ознайомлення з теорією фотографічного процесу. Оптичні властивості фотографічних матеріалів	9
11	Фізична природа явища двопроменевого заломлення у кристалах	9
12	Показники заломлення газів та методи їх вимірювання	9
	Разом	114

1. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу навчальної дисципліни «Спеціальний лабораторний практикум з оптики для студентів 3-го курсу кафедри фізичної оптики» за підручниками та посібниками з використанням контрольних питань для самоконтролю при підготовці до виконання та захисту лабораторних робіт.

2. Самостійна підготовка до лабораторних занять та оформлення звіту про виконану лабораторну роботу – згідно з індивідуальним графіком їх виконання.

**Примітка:** Кількість і назви віртуальних лабораторних робіт, які повинні самостійно виконати студенти в межах загального обсягу часу, виділеного на самостійну роботу, визначається викладачем.

Разом на усі види самостійної роботи студентів за семестр – 114 год.

## 6. Індивідуальні завдання

Навчальним планом не передбачені.

## 7. Методи навчання

1. Проведення лабораторних занять
2. Самостійна робота студентів: вивчення теоретичних матеріалів та обробка результатів лабораторних робіт

## 8. Методи контролю

1. Поточний контроль при виконанні лабораторних робіт
2. Залік (захист лабораторних робіт)

## 9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання		Залік	Сума
Виконання лабораторних робіт	Разом		
60	60	40	100

Навчальні досягнення студентів при виконанні спеціального лабораторного практикуму зі спектрального аналізу оцінюються в балах, загальна сума яких становить 100. Вона складається з 60 балів, які студент може отримати протягом семестру, та 40 балів, які може отримати при проходженні підсумкового контролю у вигляді заліку.



60 балів протягом семестру – по 4 бали за кожне з 15 лабораторних занять (окрім вступного заняття; 3 з 12 лабораторних робіт виконуються протягом 2 занять.). Перший бал з трьох надається за готовність студента до проведення лабораторної роботи (знання цілей роботи, експериментальних методик, схем та апаратури, засад та заходів техніки безпеки) у відповідності з заздалегідь наданими йому матеріалами. Готовність студента перевіряється у ході процедури допущення до проведення лабораторної роботи (у повному обсязі під час першого заняття, відведеного на виконання лабораторної роботи, та у скороченому обсязі, якщо це друге заняття, присвячене цій роботі). Ще 3 бали надаються за виконання експериментальної частини лабораторної роботи на протязі заняття, виконання обчислювальної частини роботи та її успішний захист.

Залік проводиться у письмовому вигляді, максимальною оцінкою є 40 балів.

### 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

## 10. Рекомендована література

### Базова література

1. Д.О. Мельничук, "Спектроскопічні методи аналізу", 2016 р
2. М. Бойчук, "Спектральні методи", 2021 р.
3. Лабораторний практикум з оптики. Частина перша. / Укладачі: В.П Пойда, В.П. Хижковий. – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2008. – 85 с.
4. Лабораторний практикум з оптики. Частина друга. / Укладачі: В.П Пойда, В.П. Хижковий. – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2008. – 72 с.
5. Лабораторний практикум з оптики. Частина третя. / Укладачі: В.П Пойда, В.П. Хижковий. – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2015. – 97 с.
6. Методичні вказівки до лабораторного практикуму "Двопроменева інтерференція" / Складачі: Шклярєвський І.М., Макаровський М.О., Милославський В.К. - Харків: ХДУ, 1986. - 72 с.
7. Методичні вказівки до спецпрактикуму "Спектральний аналіз" / Складач Костюк В.П. - Харків: ХДУ, 1985.- 55 с.

### Допоміжна література

1. Кучерук І. М., Горбачук І. Т. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика. К.: Вища школа, 1999. – 517 с.
2. Горбань І.С. Оптика. – Київ: Вища школа, 1979. – 224 с.
3. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики: В 3 кн. Кн. 3. К.: Вища школа, 2003. – 311 с.

## 11. Інформаційні ресурси в Інтернеті, інше методичне забезпечення

Сайт «Фізика школярам і студентам»

<http://www.ph4s.ru/>