

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 з багатопроменевої інтерференції

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

2023 / 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою фізичного факультету.

Протокол від 30.08.2023 р. № 6.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

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 з багатопророменевої інтерференції» складена відповідно до освітньої програми підготовки «бакалавр» зі спеціальності «104 – фізика та астрономія», освітньо-професійна програма «Фізика».

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни – набуття навичок, необхідних для роботи з оптичними приладами та для їх використання при дослідженнях оптичних властивостей середовищ; спостереження оптичних явищ, теоретично викладених на лекціях у рамках спеціальних та загальних курсів.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни – надання студентам знань щодо методів експериментальних досліджень оптичних явищ і процесів; будови і принципу дії оптичної апаратури; основних положень техніки безпеки при проведенні оптичних досліджень.

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 (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	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	
Семестр	
8-й	
Лекції	
не передбачено навчальним планом	
Практичні, семінарські заняття	
не передбачено навчальним планом	
Лабораторні заняття	
50 год.	
Самостійна робота	
100 год.	
в тому числі індивідуальні завдання	
не передбачено навчальним планом	

1.6. Заплановані результати навчання

У результаті вивчення даного курсу студент повинен продемонструвати такі результати навчання:

1. Здатність знати та уміти використовувати на практиці основні методи та засоби оптичного експерименту для проведення експериментальних досліджень з оптики у межах тем семестрового комплексу лабораторних робіт.

2. Здатність знати та самостійно здійснювати опрацювання результатів навчального експерименту, аналізувати достовірність одержаних результатів.

3. 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).
- Мати навички самостійного прийняття рішень стосовно своїх освітньої траєкторії та професійного розвитку (ПРН 25).

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Вступ. *Вступне заняття. Інструктаж з техніки безпеки.*

Послідовність проведення наступних лабораторних робіт варіюється.

- Робота 1.** *Дослідження ефекту Зеемана за допомогою еталона Фабрі–Перо*
- Заняття 1.* Допуск до роботи; юстування схеми опромінювання еталона Фабрі–Перо світлом від неонові лампи, що знаходиться у магнітному полі; фотографування інтерференційної картини від еталона, розкладеної у спектр.
- Заняття 2.* Вимірювання діаметрів кілець на отриманій фотоплівці; обчислення величини тонкого розщеплення жовтої лінії неону; обчислення фактора Ланде.
- Робота 2.** *Визначення надтонкої структури зеленої лінії ртуті за допомогою еталона Фабрі–Перо*
- Заняття 1.* Допуск до роботи; юстування схеми опромінювання еталона Фабрі–Перо світлом ртутної лампи; фотографування інтерференційної картини від еталона, розкладеної у спектр.
- Заняття 2.* Вимірювання діаметрів кілець на отриманій фотографії; обчислення величини надтонкого розщеплення зеленої лінії ртуті.
- Робота 3.** *Дослідження спектра поглинання молекулярного йоду та визначення енергії дисоціації молекули*
- Заняття 1.* Допуск до роботи; юстування схеми опромінювання парів йоду; фотографування спектру пропускання.
- Заняття 2.* Розшифровка сфотографованого спектра; обчислення параметрів ангармонічних коливань молекули йоду та енергії її дисоціації
- Робота 4.** *Визначення коефіцієнту поглинання розчинів та твердих тіл з використанням спектрографа СФ-46*
- Заняття 1.* Допуск до роботи; вимірювання відносних спектрів пропускання розчинів різної концентрації.
- Робота 5.** *Визначення оптичних сталих і товщин тонких шарів напівпровідників та діелектриків*
- Заняття 1.* Допуск до роботи; осадження плівки ZnS на скляну підкладку.
- Заняття 2.* Вимірювання спектрів пропускання напівпровідникового шару; визначення оптичних характеристик плівки.
- Робота 6.** *Просвітлення оптики*
- Заняття 1.* Допуск до роботи; осадження плівки, що просвітлює, на скляну підкладку.
- Заняття 2.* Вимірювання спектрів пропускання просвітленої поверхні; обчислення параметрів плівки, що просвітлює.
- Робота 7.** *Дослідження оптичних характеристик багатошарових діелектричних дзеркал*
- Заняття 1.* Допуск до роботи; вимірювання спектрів пропускання багатошарового діелектричного дзеркала; дослідження параметрів дзеркала.

Робота 8. Вузькосмугові інтерференційні світлофільтри

Заняття 1. Допуск до роботи; вимірювання спектрів пропускання вузькосмугового інтерференційного світлофільтра; дослідження параметрів світлофільтра.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	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
Вступ. Вступне заняття. Інструктаж з техніки безпеки												
Разом за розділом	5			5								
Робота 1. Дослідження ефекту Зеємана за допомогою еталона Фабрі–Перо												
Заняття 1	10			3		7						
Заняття 2	10			3		7						
Разом за роботою 1	20			6		14						
Робота 2. Визначення надтонкої структури зеленої лінії ртуті за допомогою еталона Фабрі–Перо												
Заняття 1	10			3		7						
Заняття 2	10			3		7						
Разом за роботою 2	20			6		14						
Робота 3. Дослідження спектра поглинання молекулярного йоду та визначення енергії дисоціації молекули												
Заняття 1	10			3		7						
Заняття 2	10			3		7						
Разом за роботою 3	20			6		14						
Робота 4. Визначення коефіцієнту поглинання розчинів та твердих тіл з використанням спектрографа СФ-46												
Заняття 1	15			5		10						
Разом за роботою 4	15			5		10						
Робота 5. Визначення оптичних сталей і товщин тонких шарів напівпровідників та діелектриків												
Заняття 1	10			3		7						
Заняття 2	10			3		7						
Разом за роботою 5	20			6		14						
Робота 6. Просвітлення оптики												
Заняття 1	10			3		7						
Заняття 2	10			3		7						
Разом за роботою 6	20			6		14						
Робота 7. Дослідження оптичних характеристик багатошарових діелектричних дзеркал												
Заняття 1	15			5		10						
Разом за роботою 7	15			5		10						
Робота 8. Вузькосмугові інтерференційні світлофільтри												
Заняття 1	15			5		10						
Разом за роботою 8	15			5		10						
Усього годин	150			50		100						

4. Теми семінарських (практичних) занять

Семінарські (практичні) заняття навчальним планом не передбачені.

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Обчислення величини розщеплення спектральної лінії неону через ефект Зеємана, та обчислення фактора Ланде для неону	14
2	Обчислення довжин хвиль компонент надтонкого розщеплення зеленої лінії ртуті	14
3	Обчислення параметрів ангармонізму коливань молекули йоду та енергії її дисоціації	14
4	Побудування графіків залежностей поглинання розчинів від концентрації та від довжини хвилі; обчислення невідомої концентрації розчину за її спектром	10
5	Побудування графіку залежності пропускання зразка з тонкою плівкою та обчислення оптичних характеристик плівки	14
6	Побудування графіку залежності пропускання просвітленого зразка та обчислення параметрів плівки, що просвітлює	14
7	Побудування графіку залежності пропускання багат шарового діелектричного дзеркала, визначення параметрів дзеркала	10
8	Побудування графіку залежності пропускання вузькосмугового інтерференційного світлофільтра, визначення параметрів світлофільтра	10
	Разом	100

6. Індивідуальні завдання

Навчальним планом не передбачені.

7. Методи навчання

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

8. Методи контролю

1. Поточний контроль при виконанні лабораторних робіт
2. Залік

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 з багатопробевої інтерференції оцінюються в балах, загальна сума яких

становить 100. Вона складається з 60 балів, які студент може отримати протягом семестру, та 40 балів, які можна отримати при проходженні підсумкового контролю у вигляді заліку.

60 балів протягом семестру – за виконання лабораторних робіт. 8 лабораторних робіт проводяться на протязі 13 занять (5 робіт потребують 2 заняття). За успішне проходження допуску до виконання робіт нараховується по 1 балу за роботу, усього 8. За виконання експериментальної частини робіт нараховується по 2 бали за заняття, усього 26 балів. Остатні 26 балів нараховуються за виконання розрахункової частини робіт і захист робіт, з розрахунку по 2 бали за заняття.

Залік проводиться у письмовій формі, шляхом написання відповідей на запитання щодо лабораторних робіт, з розрахунку 5 балів за роботу, усього 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

Основна література

1. Born M., Wolf E. Principles of Optics: Seventh Edition. – Cambridge University Press, 2020. – 992 p.
2. Ditchburn R. W. Light. – Dover Publications, 2011. – 736 p.
3. Gerrard A., Burch J. M. Introduction to Matrix Methods in Optics. – Courier Corp., 1994. – 355 p.

Допоміжна література

1. Smith R. A. Semiconductors. Second Edition. – Cambridge University Press, 1978. – 540 p.

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