

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Фізичний факультет
Кафедра оптики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

Оксана МОМОТ

« 10 » вересня 20__ року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фізичні основи оптичних матеріалів

для студентів

галузь знань	10 «Природничі науки»
спеціальність	104 «Фізика та астрономія»
освітній ступінь	бакалавр
освітня програма	ОПП «Фізичне матеріалознавство / Неметалічне матеріалознавство»
вид дисципліни	вибіркова <i>Фіз. 2.2.1</i>

Форма навчання	очна
Навчальний рік	20__/20__
Навчальний семестр	__
Кількість кредитів ECTS	__
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач(і): д.ф.-м.н., проф. Поперенко Леонід Володимирович


Пролонговано: на 20__/20__ н.р. (____) «__» 20__ р.
на 20__/20__ н.р. (____) «__» 20__ р.
на 20__/20__ н.р. (____) «__» 20__ р.

КИЇВ – 20__

Розробник(и) Поперенко Леонід Володимирович, д.ф.-м.н., проф., професор
завідувач кафедри оптики
(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри оптики

 (Леонід ПОПЕРЕНКО)
Протокол № __ від «__» _____ 20__р.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

Протокол № 11 від «10» червня 2022 р.

Голова науково-методичної комісії  (Олег ОЛПХ)
(підпис) (прізвище та ініціали)

«__» _____ 20__ року

1. Мета дисципліни – вивчення, засвоєння і застосування фундаментальних фізичних принципів, на яких базуються засади новітніх технологій і конструкторських розробок в галузі оптотехніки та оптичного матеріалознавства на рівні атомно-молекулярної інженерії завдяки створенню структур з осадженими шарами різної провідності, гетероструктур та періодичних квантових наноструктур як складових оптичних елементів

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності)¹:

1. Знати основні принципи теорії твердого тіла, підходи до опису поведінки електронної та іонної (атомної) підсистем конденсованих середовищ і особливостей їхнього відгуку на збудження електромагнітною хвилею, розрахунку енергетичних спектрів густини електронних станів як для упорядкованих, так і розупорядкованих систем.

2. Вміти запропонувати експериментальні методи визначення оптичних і електронних характеристик як суцільних, так і наноструктурованих середовищ, які використовують у пристроях оптоелектроніки, лазерної техніки та інформаційних мереж.

3. Володіти навичками проведення оптичних поляризаційних вимірювань для неоднорідних поверхневих шарів середовищ з різною провідністю, знаходження кутових, азимутальних та спектральних еліпсометричних характеристик і розрахунку товщин та оптичних сталих напівпровідникових гетероструктур і тонких плівок на металевих поверхнях

3. Анотація навчальної дисципліни:

“**Основи фізики матеріалів оптотехніки**” включає вивчення розділів: основні фізичні процеси, що супроводжують взаємодію світла із різноманітними матеріалами від прозорих до сильнопоглинальних з урахуванням втрат за рахунок поглинальної та розсіювальної компонент при його проходженні через тонкі перехідні та відбивальні поверхневі шари середовищ з різною провідністю, оптичні властивості та атомно-електронна будова монокристалів напівпровідників, некристалічних діелектричних матеріалів, аморфних металевих сплавів, нанокристалічних твердих тіл, розробка нових методів гоніополяриметрії і алгоритмів обробки експериментальних оптичних даних.

4. Завдання (навчальні цілі):

Основне завдання курсу – ознайомлення аспірантів з фізичними засадами забезпечення прецизійних оптичних вимірювань діелектричної проникності і геометричних параметрів поверхневих шарів середовищ з різною провідністю та складових гетероструктур, які функціонують завдяки ефекту збудження поверхневого плазмонного резонансу у надчутливих сенсорах, методами і засобами оптичних (фотометричних, інтерферометричних, частотних, фур’є-спектрометричних і поляриметричних) вимірювань. Надати можливість аспіранту в подальшому під час проведення ним оптичних експериментів ознайомитися із відповідними устаткуванням та стандартним обладнанням для атомно-силової мікроскопії в задачах метрології нанооб’єктів.

Дисципліна спрямована на досягнення таких загальних та спеціальних (фахових, предметних) компетентностей випускника:

Інтегральних:

Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальних:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК5. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

¹ альтернативний варіант :

Фахових

ФК2. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

ФК3. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.

ФК4. Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.

ФК9. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.

ФК14. Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Методи викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Основні принципи теоретичних підходів до розрахунку енергетичних спектрів густини станів матеріалів з різною провідністю і особливості їхнього оптичного відгуку	Лекції	Щотижневий контроль попереднього матеріалу шляхом надання відповідей на конкретну кількість питань за тестом 1	8
1.2	Особливості оптичного поглинання неупорядкованих матеріалів аморфних напівпровідників і металевих сплавів: перколяційний перехід	Лекції	Щотижневий контроль попереднього матеріалу шляхом надання відповідей на конкретну кількість питань за тестом 2	8
1.3	Оптичні методи в метрології нанооб'єктів з визначенням параметрів морфологічної будови поверхневих шарів та їхньої діелектричної провідності	Лекції	Щотижневий контроль попереднього матеріалу шляхом відповідей на конкретну кількість питань за тестом 3, модульна контрольна робота 1	8
2.1	Застосувати набуті знання при виконанні фотометричних, інтерферометричних, частотних, спектрометричних та поляризаційних вимірювань	Лекції та лабораторні	Щотижневий контроль попереднього матеріалу шляхом надання відповідей на конкретну кількість питань за тестом 4	8
2.2	Використати набуті навички в експерименті за темою дисертаційної роботи	Лекції та лабораторні	Щотижневий контроль попереднього матеріалу шляхом надання аспірантом відповідей на конкретну кількість питань за тестом 5, модульна контрольна робота 2	8

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибірових дисциплін які не входять до блоків спеціалізації)

Результати навчання дисципліни (код)	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2
Програмні результати навчання (назва)					
ПРН1. Знати, розуміти та вміти застосовувати 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.					
ПРН3. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.			+	+	+
ПРН4. Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.	+		+		+
ПРН8. 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.		+		+	
ПРН14. 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.	+			+	+
ПРН16. 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.	+	+			+
ПРН28. Розуміти міждисциплінарні шляхи розвитку науки та мати навички міждисциплінарних матеріалознавчих досліджень.	+			+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання аспірантіва:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1: 5 балів
2. Модульна контрольна робота 2: 5 балів

- підсумкове оцінювання у формі іспиту: - 50 балів

- умови допуску до підсумкового заліку:

Аспірант не допускається до екзамену, якщо під час семестру набрав менше ніж 20 балів.

7.2 Організація оцінювання: *(обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням орієнтовного графіку оцінювання).*

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59
Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і лабораторних занять

№ п/п	Номер і назва теми*	Кількість годин		
		лекції	практичні	самостійна робота
1	Вступ. Тема 1. Структура кристалів і симетрія просторової ґратки. Пряма та обернена ґратки кристала. / Crystal structure and symmetry of the spatial lattice. Direct and reciprocal crystal lattices.	1	1	6
2	Тема 2. Коливання атомів у кристалічних тілах. / Vibrations of atoms in crystalline media	1		5
3	Тема 3. Електрони у твердих тілах: вільний електронний газ у тривимірному та двовимірному випадках. / Electrons in the solids: free electron gas in three- and two-dimensional cases.	1		5
4	Тема 4. Адіабатичне наближення. Коливання ґратки. / Adiabatic approximation. Vibrations of a lattice.	1		5
5	Тема 5. Метод Хартрі – Фока і розрахунки електронної зонної структури. / The Hartree - Fock method and electronic band structure calculations.	1		5
6	Тема 6. Електрони в ідеальному кристалі та особливості їхньої поведінки в нанокристалах. / Electrons in perfect crystal and the peculiarities of their behavior in nanocrystals.	1		5
7	Тема 7. Зони Бріллюена для 3- та 2-вимірних структур. / The Brillouin zones for 3- and 2-dimensional structures.	1		6
8	Тема 8. Наближення слабкозв'язаних електронів. / The approximation of weakly coupled electrons.	1		5
9	Тема 9. Теоретико-групова класифікація електронних станів у симетричних точках зони Бріллюена кристалів та поверхневих станів. / Theoretical-group classification of electronic states at symmetric points of the Brillouin zone of crystals and surface states.	1		6
10	Тема 10. Класифікація твердих тіл за величиною забороненої зони та провідністю. Специфіка електронної будови наноструктур. / Classification of the solids by the bandgap and conductivity values. The specificity of the electronic structure of the nanostructures.	1	1	5
11	Тема 11. Поверхня Фермі та експериментальні методи її визначення. / The Fermi surface and experimental methods for its determination.	1		5
12	Тема 12. Специфіка взаємодії світла із суцільними середовищами і шаруватими системами: оптичні властивості і методи їх визначення. / Specificity of the interaction of light with continuous media and the layered systems: optical properties and methods for their determination.	1		6

13	Тема 13. Відбиття світла суцільними і шаруватими середовищами з різною провідністю. / The reflection of light from continuous solids and the layered media with different conductivity.	1		5
14	Тема 14. Експериментальні методи визначення оптичних сталих n і ϵ суцільних і шаруватих середовищ. / Experimental methods for the determination of optical constants n і ϵ of solids and the layered media.	1	1	5
15	Тема 15. Оптичні та електронні властивості твердих тіл: основні положення теорії поглинання світла неупорядкованим суцільним середовищем. / Optical and electronic properties of the solids: basic principles of the theory of light absorption in a disordered continuous medium.	1		6
16	Тема 16. Оптичні властивості напівпровідникових моно- і нанокристалів. / Optical properties of single semiconductor and nanocrystals.	1		5
17	Тема 17. Оптичні властивості та структура некристалічних діелектричних матеріалів і монокристалів. / Optical properties and the structure of non-crystalline dielectric materials and single crystals.	1	1	6
18	Тема 18. Оптичні властивості та атомно-електронна будова аморфних металевих сплавів і покриттів. Optical properties and atomic-electronic structure of amorphous metal alloys and coatings.	1		5
ВСЬОГО²		18	4	96

*Примітка: слід зазначити також теми, винесені на самостійне вивчення

Загальний обсяг 120 год.³, в тому числі:

Лекцій – **18 год.**

Практичні заняття - **4 год.**

Самостійна робота - **96 год.**

Консультації – **2 год.**

² У робочій програмі навчальної дисципліни для лекційних, семінарських, практичних і лабораторних занять зазначається *реальна* кількість годин (*кратне 2 год. – час тривалості пари*).

³ Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

9. Рекомендовані джерела⁴:

Основна:

1. Emil Wolf. Introduction to the Theory of Coherence and Polarization of Light / Emil Wolf. – New York: United States of America by Cambridge University Press, 2007.
2. Max Born, Emil Wolf. Principles of Optics. Electromagnetic theory of propagation, interference and diffraction of light. / Max Born, Emil Wolf. – New York: United States of America by Cambridge University Press, 1999.
3. B.E.A. Salen, M.C. Teich. Fundamentals of Photonics / Salen B.E.A., Teich M.C. – USA: John Wiley & Sons, Inc, 1991.
4. William T. Silfvast. Laser Fundamentals / William T. Silfvast. – New York: Cambridge University Press, 1996.
5. Hiroyuki Fujiwara. Spectroscopic Ellipsometry Principles and Applications / Hiroyuki Fujiwara. – Tokyo: Mazuren Co. Ltd, 2003.

Додаткова:

1. Stephen Elliot. The physics and chemistry of solids / Stephen Elliot. – West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd, 1998.
2. Snezhkova Olesia. Surface-Induced Modification of Supported Late Transition Metal Complexes / Olesia Snezhkova. – Lund, Sweden: Lund University, 2016.