КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра електрофізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан

____________ Андрій НЕТРЕБА

« ____ » ___________ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Методи класичної та квантової спектроскопії

для студентів

рівень вищої освіти	**другий (магістерський)**
галузь знань	**10 Природничі науки**
спеціальність	**105 Прикладна фізика та наноматеріали**
освітня програма	**Прикладна фізика та наноматеріали**
вид дисципліни	**вибіркова**

форма навчання	денна
навчальний рік	2023/2024
семестр	2
кількість кредитів ECTS	4
мова викладання	українська
форма заключного контролю	залік

Викладач:
Володимир ОВЕЧКО, доктор фіз.-мат. наук, професор кафедри електрофізики.

Пролонговано: на 20__/20__ н. р. ___________ (_______________) « ___ » _________ 20__ р.

на 20__/20__ н. р. ___________ (_______________) « ___ » _________ 20__ р.

Розробник:
Володимир ОВЕЧКО, доктор фіз.-мат. наук, професор кафедри електрофізики.

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри електрофізики

________________Сергій САВЕНКОВ

Протокол № __ від « ___ » __________ 20__ р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Протокол № ___ від « ___ » _____________ 20__ р.

Голова науково-методичної комісії Сергій РАДЧЕНКО

« ___ » _____________ 20__ р.

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Методи класичної та квантової спектроскопії» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «магістр» галузі знань 10 Природничі науки спеціальності Прикладна оптика і магнетизм

Дана дисципліна входить у блок обов'язкових компонент освітньої програми.

Викладається у II семестрі (1 року навчання) в обсязі 40 год. (4 кредити ECTS) зокрема: лекції – всього 40 год., самостійна робота – год. Дисципліна завершується заліком.

1. Мета дисципліни – ознайомлення та оволодіння сучасним рівнем знань про сучасний стан оптичної спектроскопії, фізичними основами спектральних технологій, ознайомлення студентів з теоретичними та експериментальними методами розробки сучасних гібридних оптичних та оптоелектронних елементів і систем реєстрації, запам'ятовування, обробки і передачі спектральної інформації.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Методи класичної та квантової спектроскопії» базується на циклі дисциплін професійної та практичної підготовки, зокрема, загальної фізики: «Електрика», «Оптика», «Атомна фізика», а також «Квантова механіка», «Електродинаміка», «Квантова та напівпровідникова електроніка».

3. Анотація навчальної дисципліни:

Курс «Методи класичної та квантової спектроскопії», складається двох блоків: 1) теоретичні методи розрахунку, принципи побудови і функціювання оптоелектронних елементів і схем спектральних приладів; 2) теоретичні основи формування інформаційних сигналів, що характеризують властивості матеріалів і процеси, які в них відбуваються.

4. Завдання (навчальні цілі):

- надати основні відомості з спецкурсу „ Оптична спектроскопія ” для студентів – магістрів, що складає важливу частину нормативного курсу за спеціальністю «Прикладна оптика і магнетизм»;
- навчити застосовувати теоретичні знання до розв'язання практичних та експериментальних задач;
- сприяти розвитку логічного і аналітичного мислення у студентів, застосуванню знань, навичок і комунікацій у подальшій професійній діяльності.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

Загальні компетентності:

- ЗК 9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Фахові компетентності:

- ФК 11. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання для опису фізичних об'єктів, пристроїв та процесів

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1, знати; 2, вміти; 3, комунікація; 4, автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	студент **повинен знати**:	лекційні заняття, самостійна робота	захист рефератів	до 50
1.1	Сучасний рівень розвитку оптичних спектральних технологій. Переваги і недоліки засобів одержання і обробки інформації в оптичному діапазоні			
1.2	Шляхи взаємного перетворення оптичної спектральної інформації в електричні сигнали			10
1.3	Застосування широкосмугового оптичного випромінювання як елемента інформаційної технології.			
1.4	Застосування методів геометричної та хвильової оптики для розрахунку оптичних, зокрема			10

	спектральних зображень			
1.5	Квантово-механічні розрахунки емісійних та абсорбційних спектрів			10
1.6	Методи і прилади детектування сигналів оптичного та інфрачервоного спектральних діапазонів			
1.7	Методи кореляційної обробки оптичних сигналів, зокрема метод лічби фотонів			10
1.8	Принципи побудови схем pump-probe спектроскопії			
1.9	Принципи побудови лазерних схем високого і надвисокого спектрального розділення			
1.10	Застосування процесів раманівського розсіяння та багатофотонних процесів в спектроскопії			
1.11	Методи теоретичного аналізу спектральних зображень			10
2	студент **повинен вміти**:	лекційні заняття, самостійна робота	захист рефератів	до 35
2.1	Застосувати методи геометричної оптики для розрахунку спектральних структур			
2.2	Формулювати вимоги щодо потенційно використовуваних спектральних пристроїв			
2.3	Розраховувати енергетичну ефективність і роздільну здатність оптоелектронних спектральних систем			
2.4	Розраховувати швидкодію схем дослідження нестаціонарних спектрів			
2.5	Застосувати методи хвильової оптики для розрахунку спектральних структур			
2.6	Застосувати методи квантової механіки для розрахунку спектральних структур			
2.7	Застосувати сучасні методи обробки результатів спектральних вимірів			
2.8	Застосовувати порівняльний аналіз спектральних методів і схем для їх оптимізації			
3	**комунікація**	лекції, реферати	захист робіт	до 5
3.1	Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування			5
4	**автономність та відповідальність**	лекційні заняття, самостійна робота	захист рефератів	до 10
4.1	Продемонструвати розуміння особистої/персональної відповідальності за професійні рішення, які базуються на використанні фізичних методів			10

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання:

Програмні результати навчання	**Результати навчання дисципліни**																				
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	3.1	4.1
ПРН 1. Глибокі знання в галузі сучасної прикладної фізики і фізики наноматеріалів.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+										
ПРН 3. Знання сучасних обчислювальних та інформаційних технологій																		+	+		
ПРН 8. Знаходити прогресивні та інноваційні рішення проблем і завдань при виконанні науково-технічних проектів.												+	+	+	+	+	+				

ПРН 11. Розробляти фізичні основи створення нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів, речовини, технологій.	+	+				+		+	+												
ПРН 13. Представляти і захищати отримані наукові і практичні результати в усній та письмовій формі.																				+	+

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів: рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання письмових колоквіумі та контрольних робіт і за результатами виконання самостійних завдань. Внесок результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні наступний:

- результати навчання 1.1 – 1.11 [**знання**] до 50 %;
- результати навчання 2.1 – 2.8 [**вміння**] до 35 %;
- результат навчання 3.1 [**комунікація**] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [**автономність та відповідальність**] – до 10%.

Форми оцінювання студентів:

Семестрове оцінювання: контроль здійснюється за таким принципом. Навчальний семестр має 1 змістовний модуль. Для визначення рівня знань кожен студент готує і захищає реферат по вибраній тематиці.

Підсумкове оцінювання (у формі заліку): форма заліку – письмово-усна. Всього на заліку можна отримати від 0 до 50 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання в сумі не менш ніж 60 балів .

Умови допуску до підсумкового іспиту: умовою допуску до іспиту є отримання студентом сумарно не менше, аніж *критично-розрахунковий мінімум 35 балів* за семестр. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум 35 балів, для одержання допуску до іспиту обов’язково повинні написати на необхідну порогову кількість балів додаткову контрольну роботу за матеріалом відповідного семестру та доскладають домашні завдання для підвищення балів за виконання самостійної роботи.

У випадку відсутності студента з поважних причин перездачі контрольних робіт здійснюються у відповідності до «Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті».

7.2. Організація оцінювання

Оцінювання за формами контролю:

	ЗМ1			
	Min. балів	Max. балів	Min. балів	Max. балів
Захист реферату	30	50		

Орієнтований графік оцінювання:

	Орієнтовний період для здійснення відповідної форма оцінювання
Подання рефератів	квітень
Захист рефератів	травень
Добір балів/додаткова контрольна робота та/або доскладання домашніх завдань	останній тиждень травня
Залік	червень, за графіком

Розрахунок балів, які студент отримує при успішній здачі іспиту:

	ЗМ1		Залік	Підсумкова оцінка
Мінімум	25		35	60
Максимум	50		50	100

7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
Зараховано / Passed	60-100%
Не зараховано / Fail	0-59%

8. Структура навчальної дисципліни.

ТЕМА 1 – Вступ. Спектроскопія: past, present and future.

ТЕМА 2 – Шляхи взаємного перетворення оптичної спектральної інформації в електричні сигнали.

ТЕМА 3 – Застосування широкосмугового оптичного випромінювання як елемента інформаційної технології.

ТЕМА 4 – Застосування методів геометричної та хвильової оптики для розрахунку оптичних, зокрема спектральних зображень.

ТЕМА 5 – Квантово-механічні розрахунки емісійних та абсорбційних спектрів.

ТЕМА 6 – Методи і прилади детектування сигналів оптичного та інфрачервоного спектральних діапазонів.

ТЕМА 7– Методи кореляційної обробки оптичних сигналів, зокрема метод лічби фотонів.

ТЕМА 8 – Принципи побудови схем pump-probe спектроскопії.

ТЕМА 9 – Принципи побудови лазерних схем високого і надвисокого спектрального розділення.

ТЕМА 10 – Застосування процесів раманівського розсіяння та багатофотонних процесів в спектроскопії.

ТЕМА 11 – Методи теоретичного аналізу спектральних зображень.

Тематичний план лекційних занять

№ лекції (практ. заняття)	Назва лекції	Лекції (год)	Сам. робота (год.)
1	Вступ. Спектроскопія: past, present and future	2	7
2	Шляхи взаємного перетворення оптичної спектральної інформації в електричні сигнали	2	7
3	Застосування широкосмугового оптичного випромінювання як елемента інформаційної технології	2	7
4	Застосування методів геометричної та хвильової оптики для розрахунку оптичних, зокрема спектральних зображень	4	7
5	Квантово-механічні розрахунки емісійних та абсорбційних спектрів	4	7
6	Методи і прилади детектування сигналів оптичного та інфрачервоного спектральних діапазонів	4	7
7	Методи кореляційної обробки оптичних сигналів, зокрема метод лічби фотонів	4	7
8	Принципи побудови схем pump-probe спектроскопії	4	8

9	Принципи побудови лазерних схем високого і надвисокого спектрального розділення	4	8
10	Застосування процесів раманівського розсіяння та багатофотонних процесів в спектроскопії	4	8
11	Методи теоретичного аналізу спектральних зображень	4	8
Всього		**38**	**81**

Загальний обсяг **120** год., в тому числі:
Лекції **38** год.
Консультації **1** год.
Самостійна робота **81** год.

9. Словник фахових термінів

- laser – лазер
- spectrometer – спектрометр
- stimulated transitions – вимушені переходи
- spontaneous transitions – спонтанні переходи
- absorption cross section – переріз поглинання
- luminescence – люмінесценція
- Fourier spectroscopy – Фур'є-спектроскопія
- Raman spectroscopy – раманівська спектроскопія
- coherent processes – когерентні процеси
- femtosecond optics – фемтосекундна оптика
- paraxial approximation – параксіальне наближення
- Planck's law – закон Планка
- resolution – роздільна здатність
- nonlinear optics – нелінійна оптика
- single photon detectors – однофотонні детектори
- quantum efficiency – квантова ефективність

10. Рекомендована література

Основні джерела:

1. K.E.Peiponen, E.M. Vartiainen, T.Asakura. Dispersion, Complex Analysis and Optical Spectroscopy. Classical Theory. Springer, 1999, 129p.
2. N.Tkachenko. Optical Spectroscopy.Methods and Instrumentations. Elsevier,2006.
3. Jm.Lerner,A.Thesenon. Theory of Optics and Spectroscopy.Instruments SA,Inc.1988
4. W.Parson. Modern Spectroscopy.Springer-Verlag,2007.
5. D.J.Brady. Optical Imaging and Spectroscopy. J. Wiley &Sons, Inc. 2009, 518p.
6. Конончук Г.Л., Прокопець В.М., Стукаленко В.В. Вступ до Фур`є-оптики. Навчальний посібник.-К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010-320с.

Додаткова література:

7. Single Molecule Spectroscopy in Chemistry, Physics and Biology, Springer, 2010, 572p.