

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра квантової радіофізики та наноелектроніки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана з навчальної роботи

_____ О. Ю. Нечипорук

« ____ » _____ 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Оптика анізотропних та направляючих структур

для студентів

галузь знань	10 “Природничі науки”
спеціальність	105 “Прикладна фізика та наноматеріали”
рівень вищої освіти	другий освітньо-науковий (магістр)
освітня програма	“Радіофізика та електроніка”
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	очна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	2
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладач:

Оберемок Євген Анатолійович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри квантової радіофізики та наноелектроніки

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

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

Розробники:

Кисленко Володимир Іванович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри квантової радіофізики та наноелектроніки

Оберемок Євген Анатолійович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри квантової радіофізики та наноелектроніки

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри квантової радіофізики та наноелектроніки

_____ Г. Ю. Карлаш

Протокол № __ від « __ » _____ 2022 р.

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

Протокол № __ від « __ » _____ 2022 р.

Голова науково-методичної комісії

С. П. Радченко

« __ » _____ 2022 року.

ВСТУП

1. Мета дисципліни – ознайомлення із закономірностями поширення електромагнітних хвиль оптичного діапазону в твердих тілах та хвилеводних структурах, їх дисперсійними властивостями, експериментальними методиками дослідження відповідних структур, методами створення пристроїв обробки сигналів у інфрачервоному, видимому та ультрафіолетовому міліметровому діапазонах довжин хвиль. Ознайомлення з матричними методами опису взаємодії поляризованого оптичного випромінювання з анізотропними структурами. Ознайомлення з методами визначення анізотропії цих структур, фізичними матричними моделями анізотропних структур. Ознайомлення з методами модуляції та детектування поляризації оптичного випромінювання.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

До вивчення дисципліни “Оптика анізотропних та направляючих структур” необхідно пройти підготовку і скласти іспити/заліки з таких дисциплін: “Оптика”, “Математичний аналіз”, “Диференціальні рівняння”, “Математична фізика”, “Коливання та хвилі”.

3. Анотація навчальної дисципліни:

У програмі дисципліни розглядаються закони поширення та дисперсії оптичного випромінювання у різного типу об’ємних суцільних, шаруватих середовищах та направляючих структурах. Розглядається вплив оптичної анізотропії середовищ на поляризацію випромінювання, що в ньому поширюється. Розглядається дисперсія поверхневих та об’ємних хвиль в зазначеного типу середовищах. Отримуються хвильові рівняння для окремих випадків хвиль. Аналізується методика проектування та створення пристроїв формування/обробки сигналів у відповідних оптичних діапазонах довжин хвиль. Наводяться конкретні конструкції відповідних пристроїв.

4. Завдання навчальної дисципліни (навчальні цілі):

Студент повинен знати основні поняття теорії оптичних систем, типи рівнянь для різних типів оптичних середовищ, граничні умови для хвиль, що поширюються в них, основні типи хвиль в оптичних середовищах та оптоволоконних структурах, їх основні властивості. Матричні методи Джонса та Мюллера для розв’язання задач поляриметрії, матричні моделі анізотропних структур та середовищ, основні типи електромагнітних хвиль в оптичному середовищі та шаруватих структурах, у тому числі з оптичною анізотропією. Повинен вміти отримувати хвильові рівняння для оптичних хвиль різних типів, розв’язувати рівняння переносу для поляризованого оптичного випромінювання проектувати та пропонувати конкретні конструкції пристроїв обробки сигналів в оптичному діапазоні; будувати моделі прикладних поляризаційних систем та пристроїв; отримувати тензор діелектричної проникності, описувати поляризаційні перетворення випромінювання в анізотропних структурах, отримувати дисперсійні співвідношення для оптичних хвиль, знаходити характеристики власних хвиль середовищ проектувати та пропонувати конкретні конструкції пристроїв для поширення світлових хвиль різних діапазонів та перетворення поляризації цих хвиль.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

– ЗК1, ЗК7, ФК8

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	знати:			до 48
1.1	основні поняття теорії оптичних систем, типи рівнянь для різних типів оптичних середовищ, граничні умови для хвиль, що поширюються в них, основні типи хвиль в оптичних середовищах та оптоволоконних структурах, їх основні властивості	лекція	модульна контрольна робота	12

1.2	систему рівнянь Максвелла в диференціальній та інтегральній формах запису, граничні умови для електромагнітних хвиль	лекція	модульна контрольна робота	12
1.3	Матричні методи Джонса та Мюллера для розв'язання задач поляризації, матричні моделі анізотропних структур та середовищ	лекція	модульна контрольна робота	12
1.4	основні типи електромагнітних хвиль в оптичному середовищі та шаруватих структурах, у тому числі з оптичною анізотропією	лекція	модульна контрольна робота	12
2	вміти:			до 40
2.1	отримувати хвильові рівняння для оптичних хвиль різних типів, розв'язувати рівняння переносу для поляризованого оптичного випромінювання	лекція	модульна контрольна робота	8
2.2	проектувати та пропонувати конкретні конструкції пристроїв обробки сигналів в оптичному діапазоні, будувати моделі прикладних поляризаційних систем та пристроїв	лекція	модульна контрольна робота	8
2.3	отримувати тензор діелектричної проникності, описувати поляризаційні перетворення випромінювання в анізотропних структурах	лекція	модульна контрольна робота	8
2.4	отримувати дисперсійні співвідношення для оптичних хвиль, знаходити характеристики власних хвиль середовищ	лекція	модульна контрольна робота	8
2.5	проектувати та пропонувати конкретні конструкції пристроїв для поширення світлових хвиль різних діапазонів та перетворення поляризації цих хвиль.	лекція	модульна контрольна робота	8
3	комунікація:			до 12
3.1	Вміти працювати в групі, структурувати та представляти результати наукового пошуку у формі рефератів та доповідей з використанням сучасних технологій, коректно вести дискусію	Реферати, доповіді, самостійна робота	Оцінювання доповідей з тем рефератів, усних відповідей та доповнень	12

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	Код									
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1
Програмні результати навчання (назва)										
ПРН 1. Використовувати знання в галузі прикладної фізики, математики, електроніки та інформаційних технологій для виконання наукових досліджень, інженерно-технічних робіт на виробничих, науково-технічних, конструкторських, сервісних ділянках тощо.	+	+		+	+	+	+	+	+	
ПРН 2. Знаходити та аналізувати наукову та науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики та наноматеріалів із вітчизняних та зарубіжних джерел, в тому числі з використанням сучасних пошукових систем.	+	+		+				+	+	
ПРН 4. Встановлювати та аргументувати нові залежності між параметрами та характеристиками фізичних систем.	+	+			+	+	+		+	
ПРН 5. Ефективно працювати як індивідуально, так і в складі команди, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт у галузі прикладної фізики та наноматеріалів.										+
ПРН 6. Коректно формулювати висновки у вигляді умов, критеріїв, числових оцінок, перевіряти, апробувати та представляти їх у аудиторії різного фахового рівня, використовуючи сучасні методики наукової та технічної комунікації українською та іноземними мовами.						+	+	+	+	

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання

Рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами оцінювання: письмових контрольних робіт. Внесок результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні:

- результати навчання 1.1 – 1.4 [знання] – до 48 %;
- результат навчання 2.1 – 2.5 [вміння] – до 40%;
- результат навчання 3.1 [комунікація] – до 12%;

Форми оцінювання:

Семестрове оцінювання: Навчальний семестр має два змістовні модулі. Кожен модуль оцінюється максимально до 34 бали.

Письмові контрольні роботи проводяться після лекції № 10 та № 20.

Підсумкове оцінювання (у формі заліку): форма заліку – письмово-усна. Заліковий білет складається з 2 питань: 1 теоретичного питання і 1 задачі. Питання оцінюються по 10 балів. Всього за залік можна отримати від 0 до 20 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, оцінка за залік не може бути меншою 10 балів.

Умови допуску до заліку: Обов'язковим для допуску до заліку є: написання модульних контрольних робіт з кількістю балів не менше 22 кожна, та написання реферату з оцінкою не менше 6 балів

Студенти, які протягом семестру сумарно набрали меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум 50 балів, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні написати додаткову контрольну роботу.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі модульних контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті”

7.2. Організація оцінювання;

Оцінювання за формами контролю:

Семестрова робота	Кількість балів	
	Min. – 22	Max. – 34
Модульна контрольна робота	22	34
Реферат	6	12

Розрахунок балів, які отримують при успішній здачі заліку:

Значення	Змістовні модулі	Залік	Підсумкова оцінка
Мінімум	22	10	60
Максимум	34	20	100

7.3. Шкала відповідності оцінок

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

8. Структура навчальної дисципліни.

Тематичний план лекційних занять

№	Тема	Кількість годин (лекції)	Контрольні роботи	Самостійна робота
Змістовний модуль №1				
1	Оптоелектроніка: Випромінювачі та приймачі оптичного випромінювання. Їх характеристики.	4	-	8
2	Хвильове та матеріальне рівняння поля в оптичному середовищі. Класифікація цих середовищ в сучасній оптоелектроніці.	4	-	8
3	Фізичні основи спонтанного та вимушеного розсіяння світла.	4	-	8
4	Нелінійно-оптичні ефекти, зумовлені квадратичною нелінійною поляризованістю середовища	4	-	8
5	Нелінійно-оптичні ефекти, зумовлені кубічною нелінійною поляризованістю середовища	4	-	8
6	Модульна контрольна робота		1	
Змістовний модуль №2				
8	Історичні аспекти та передумови встановлення та використання векторної природи світла та оптичної анізотропії середовищ у прикладних дослідженнях	2	-	4
9	Опис поляризації монохроматичного та квазімонохроматичного електромагнітного випромінювання з використанням матричних методів.	4	-	8
10	Розповсюдження поляризованого випромінювання у поляризуючих оптичних системах. Метод Джонса. Метод Мюллера	4	-	8
11	Мультиплікативні та адитивні матричні моделі анізотропних середовищ та структур. Моделювання розповсюдження світла в анізотропних середовищах та структурах.	4	-	8
12	Вимірювання та перетворення параметрів поляризації світла. Визначення анізотропії середовищ. Оптимізація вимірювання.	4	-	8
13	Використання поляризації світла у тваринному світі. Сучасний стан поляриметрії.	2	-	4
14	Модульна контрольна робота		1	
ВСЬОГО		40	-	80

Загальний обсяг **120** год., в тому числі:
 Лекції **40** год.
 Самостійна робота **80** год.

9. Рекомендована література:

Основні джерела:

1. Матвеев О.М., Механіка і теорія відносності, Київ: Вища школа, 1993.
2. Коваленко В.Ф., Загальна фізика у прикладах, запитаннях і відповідях: Механіка, Київ, ВПЦ «Київський університет», 2011.
3. Оберемок Є.А. Методичний посібник до лабораторного практикуму “Прикладна фізика” (Лазерна поляриметрія). К.: Видавнича лабораторія факультету радіофізики, електроніки та комп’ютерних систем Київського національного університету імені Тараса Шевченка. 2014.
3. Robert W. Boyd, Nonlinear Optics, Fourth Edition, Academic Press, 2020.
4. Max Born and Emil Wolf. Principles of Optics: Electromagnetic Theory of Propagation, Interference and Diffraction of Light 7th Edition. Cambridge University Press 2013
5. С.А. Аахманов, С.Ю.Никитин. Физическая оптика. М.2004.
6. Щука А.А. Функциональная электроника, М.: Изд-во МИРЭА, 1998.
7. Дьелесан Э., Руайе Д. Упругие волны в твердых телах, М.: Наука, 1982. М.: Радио и связь, 1990.
8. R.M.A. Azzam, N.M. Bashara, Ellipsometry and Polarized Light (North-Holland Personal Library) 3rd reprint 1999.
9. Polarized Light and Optical Systems (Optical Sciences and Applications of Light) 1st Edition, CRC Press 2018.

Додаткові джерела:

10. Snik F., Craven-Jones J., Escuti M., et.all. An Overview of Polarimetric Sensing Techniques and Technology with Applications to Different Research Fields // The main conclusions from a workshop on “Polarimetric Techniques and Technology”, March 24-28 2014, Leiden, Netherlands.
Senchi Yang et al, Formation mechanism of femtosecond laser induced guiding structures in y-cut LiNbO₃ crystal, 2022 Appl. Phys. Express 15 072008
11. Хорунжий В.А., Долбня Е.В., Богатов П.Н. Акустоэлектроника, К.: Техніка, 1984.
12. Willeke Mulder, David S. Doelman, Christoph U. Keller, C.H. Lucas Patty, Frans Snik. Spatial polarization modulators: distinguishing diffraction effects from spatial polarization modulation. SPIE Proceedings 11833-20