

# КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра електрофізики

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Заступник декана з навчальної роботи

\_\_\_\_\_ Олексій НЕЧИПОРУК

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 року

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Поляризаційна матрична оптика

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

2022/2023

Семестр

2

Кількість кредитів ECTS

4

Мова викладання

українська

Форма заключного контролю

іспит

### Викладач:

Сергій САВЕНКОВ, доктор фіз.-мат. наук, завідувач кафедри електрофізики.

Пролонговано:

на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ ) « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ ) « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Розробник:**

Сергій САВЕНКОВ, доктор фіз.-мат. наук, завідувач кафедри електрофізики.

**«ЗАТВЕРДЖЕНО»**

Завідувач кафедри електрофізики

\_\_\_\_\_ Сергій САВЕНКОВ

Протокол № \_\_ від « \_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 р.

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

Протокол № \_\_ від « \_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 р.

Голова науково-методичної комісії

Сергій РАДЧЕНКО

« \_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 року.

## ВСТУП

**1. Метою і завданням навчальної дисципліни** "Поляризаційна матрична оптика" є ознайомлення студентів з фізичними основами матричного опису розповсюдження поляризованого електромагнітного випромінювання в середовищі і з сучасним станом теорії матричних поляризаційних моделей середовищ, які використовуються для описання та дослідження ефектів, що при цьому виникають.

**2. Попередні вимоги для вивчення навчальної дисципліни:** курс є продовженням циклу курсів прикладної фізики. Для успішного засвоєння курсу необхідними є знання класичних розділів загальної фізики (електрика та магнетизм, оптика) теоретичної фізики (статистична фізика, електродинаміка) та курсів вищої математики (математичний аналіз, лінійна алгебра, диференціальні рівняння).

**3. Анотація навчальної дисципліни:** дисципліна "Поляризаційна матрична оптика" є вибірковою дисципліною для освітньої програми і «Прикладна фізика та наноматеріали», що викладається в 2 семестрі для студентів 1-го року магістратури в обсязі 4 кредитів (120 годин), в тому числі 80 годин самостійної роботи. Особлива увага приділяється фізичному обґрунтуванню тих чи інших методів матричного аналізу які покладаються в основу моделювання.

### 4. Завдання (навчальні цілі):

- Надати студентам основні теоретичні відомості з властивостей електромагнітного випромінювання та його взаємодії з речовиною;
- Засвоєння сучасних підходів щодо побудови матричних моделей об'єктів різної природи;
- Застосування матричної моделі, що описує той чи інший клас середовищ.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

*Загальні компетентності:*

- ЗК 3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
- ЗК 7. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні

*Фахові компетентності:*

- ФК 5. Здатність брати участь у розробці схем фізичних експериментів та обранні необхідного обладнання та пристроїв для проведення експерименту.
- ФК 8. Здатність брати участь у формуванні запитів щодо матеріально-технічного забезпечення досліджень.

### 5. Результати навчання.

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:	лекційні заняття	тести, залік, іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	до 50
1.1	Матричний опис представлення поляризованого електромагнітного випромінювання та анізотропних середовищ.	лекційні заняття	тести, залік, іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
1.2	Матричний метод опису взаємодії ЕМ випромінювання з середовищами.	лекційні заняття	тести, залік, іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
1.3	Матричні моделі однорідних та неоднорідних анізотропних середовищ.			
1.4	Векторне рівняння переносу для поздовжньо неоднорідних середовищ.	лекційні заняття	тести, залік, іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
2	вміти:	практичні заняття	контрольні та самостійні	до 30

			роботи	
2.1	Аналізувати параметри поляризації випромінювання за їх векторами Джонса та Стокса	практичні заняття	контрольні та самостійні роботи	
2.2	Розраховувати матрицю перетворення для послідовностей оптичних елементів	практичні заняття	контрольні та самостійні роботи	
2.3	Оцінювати значення параметрів анізотропії середовищ за їх поляризаційними матрицями			
<b>3</b>	<b>комунікація</b>			до 10
3.1	Вміння працювати в команді	практичні заняття, самостійна робота	контрольні та самостійні роботи	
<b>4</b>	<b>автономність та відповідальність</b>			до 10
4.1	Оптимально планувати роботу при самостійному вивченні матеріалу	практичні заняття, самостійна робота	контрольні та самостійні роботи, іспит	

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання:

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни									
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	3.1	4.1	
ПРН 1. Глибокі знання в галузі сучасної прикладної фізики і фізики наноматеріалів.	+	+	+	+	+	+	+			
ПРН 5. Знання етичних та соціально-економічних основ сучасного суспільства								+	+	
ПРН 9. Встановлювати та аргументувати нові залежності між параметрами та характеристиками фізичних систем.	+	+	+	+	+	+	+			

## 7. Схема формування оцінки

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

- результати навчання 1.1 – 1.8 [знання] до 50 %;
- результат навчання 2.1 – 2.6 [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 два змістові модулі: у змістовий модуль 1 (ЗМ1) входять теми 1-8, у змістовий модуль 2 (ЗМ2) входять теми 9-17. Після завершення відповідних тем проводяться дві письмові модульні контрольні роботи. Для визначення рівня досягнення результатів навчання завдання для модульних робіт перевіряють теоретичні знання та уміння застосовувати їх до розв'язку конкретних фізичних задач. Обов'язковим для допуску до іспиту є написання 1-ї та 2-ї модульних контрольних робіт з кількістю балів не менше 20 балів за контрольну роботу.

**Підсумкове оцінювання (у формі іспиту):** форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет іспиту складається із 3 питань та задач, кожна позиція оцінюється від 0 до 10 балів. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, при цьому оцінка за результатами навчання 2 [вміння] і 4 [автономність та відповідальність] не може бути меншою ніж 50% від максимального рівня (15 і 5 балів відповідно), оцінка за іспит не може бути меншою 24 балів.

**Умови допуску до підсумкового іспиту:** умовою допуску до іспиту є отримання студентом сумарно не менше, аніж критично-розрахунковий мінімум 36 балів за семестр. Студенти, які протягом

семестру набрали сумарно меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум 36 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.

## 7.2. Організація оцінювання.

Оцінювання за формами контролю:

	ЗМ1		ЗМ2	
	Min. – балів	Max. – балів	Min. – балів	Max. – балів
Модульна контрольна робота 1	16	27		
Модульна контрольна робота 2			16	27
Виконання студентами самостійних робіт			4	6

Орієнтований графік оцінювання:

	Орієнтовний період для здійснення відповідної форма оцінювання
Модульна контрольна робота 1	початок жовтня
Модульна контрольна робота 2	кінець листопада-початок грудня
Виконання студентами самостійних робіт	початок грудня
Добір балів/додаткова контрольна робота та/або доскладання домашніх завдань	грудень
Залік	друга половина грудня

Розрахунок балів, які студент отримує при успішній здачі іспиту:

	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Іспит	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	15	15	24	60
<b>Максимум</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>100</b>

## 7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
<b>Відмінно</b> / Excellent	90-100%
<b>Добре</b> / Good	75-89%
<b>Задовільно</b> / Satisfactory	60-74%
<b>Незадовільно</b> / Fail	0-59%

## 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№ теми	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Практ.	Сам. робота
<b>Змістовий модуль №1</b> Фізичні принципи побудови матричних моделей в оптиці. Часткові матричні моделі однорідного анізотропного середовища				
1.	Лекція 1 Історія дослідження та використання векторної природи електромагнітного випромінювання	2		4
2.	Лекція 2 Поляризація світла в навколишньому світі.	2		4

3.	Лекція 3 Поняття попередності монохроматичного електромагнітного випромінювання: векторно матричні методи опису.	2		4
4.	Лекція 4 Опис поляризаційних характеристик електромагнітного випромінювання в термінах компонентів електричного вектору випромінювання.	2		4
5.	Лекція 5. Опис поляризаційних і деполіризаційних характеристик електромагнітного випромінювання в термінах спостережних величин.	3		6
6	Лекція 6 Матричні моделі середовищ з часовою і просторовою дисперсією: лінійні і циркулярні дихроїзм і двопроренезаломлення.	3		6
7	Лекція 7 Властивості середовищ, що описуються матричними моделями на основі першої теореми еквівалентності Джонса.	3		6
8	Лекція 8 Властивості середовищ, що описуються матричними моделями на основі другої теореми еквівалентності Джонса.	3		6
<b>ВСЬОГО</b>		<b>20</b>		<b>40</b>
<b>Змістовий модуль №2 Матричні моделі довільного однорідного анізотропного середовища</b>				
9	Лекція 9 Теорема сингулярного розкладення і трансцендентні матричні моделі детермінованого середовища.	2	-	4
10	Лекція 10 Теорема полярного розкладення і властивості середовищ, що впливають з моделі на її основі.	2		4
11	Лекція 11 Матрична модель ермітового дихроїзму.	2		4
12	Лекція 12 Співвідношення ван де Хюлстівської взаємності і неоднозначність розв'язку оберненої задачі на основі узагальненої теореми еквівалентності.	2		4
13	Лекція 13 Загальність розв'язку оберненої задачі на основі узагальненої теореми еквівалентності.	2		4
14	Лекція 14 Спектральна задача і класифікація середовищ на її основі.	2		4
15	Лекція 15 Матрична модель середовища, що характеризується власними числами фазовими множниками: двопроренезаломлення і невластий дихроїзм.	2		4
16	Лекція 16. Матрична модель середовища, що характеризується власними числами дійсними множниками: ермітовий і неермітовий дихроїзм	3		6
17	Лекція 17. Матрична модель середовища, що характеризується виродженою анізотропією.	3		6
<b>ВСЬОГО</b>		<b>20</b>		<b>40</b>
<b>ВСЬОГО ЗА СЕМЕСТР</b>		<b>40</b>		<b>80</b>

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

## **Рекомендована література**

### **Основна**

1. Gil J.-J., Ossikovski R., Polarized Light and the Mueller Matrix Approach. New York: CRC Press. - 2016. – 384 p.
2. Können G. P. Polarized Light in Nature. Cambridge Univ. Press. - 1985. – 179 p..
3. Goldstein D, Polarized Light. New York: Taylor and Francis. - 2003. – 680 p.
4. Brosseau, Ch. Fundamentals of polarized light. A statistical optics approach. New York: North-Holland Publishing Company. - 1998. – 405 p.
5. Tompkins H. G., Irene E. A., Handbook of Ellipsometry. Heidelberg: Springer, 2005. - 891 p.

### **Додаткова**

1. Huard, P. Polarization of Light. New York: Wiley. – 1997.
2. van de Hulst, H.C. Light Scattering by Small Particles. New York: Wiley. - 1957.
3. Newnham R.E. Properties of materials: Anisotropy, Symmetry, Structure, Oxford: Oxford Univ. Press. - 2004.
4. Post E.J. Formal structure of electromagnetics, General Covariance and Electromagnetics. Amsterdam: North-Holland Publishing Comp. - 1962.
5. Horn, R. and Ch. Johnson, Matrix Analysis. Cambridge: Cambridge Univ. Press. – 1986. – 655 p.