

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Радіофізичний факультет**

**кафедра електрофізики**

**Укладач: доц. Савенков С.М.**

## **Поляризаційна матрична оптика**

**РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА**

для студентів спеціальності **6.070201 «Радіофізика і електроніка»**

**Затверджено**  
на засіданні кафедри  
*Протокол №*  
*від \_\_\_ \_\_\_\_ р.*

*Зав. кафедри*

\_\_\_\_\_ *Савенков С.М.*

Декан факультету

\_\_\_\_\_ *Анісімов І.О.*

**КИЇВ-2012**

Робоча навчальна програма з дисципліни «Поляризаційна матрична оптика».

**Укладачі:** кандидат фізико-математичних наук, доцент Савенков Сергій Миколайович

**Лектори:** кандидат фізико-математичних наук, доцент Савенков Сергій Миколайович

**Викладачі:** кандидат фізико-математичних наук, доцент Савенков Сергій Миколайович

## ВСТУП

Дисципліна "Поляризаційна матрична оптика" є базовою нормативною дисципліною для спеціальності "радіофізика і електроніка", що читається в 1 семестрі для студентів 1-го року магістратури спеціалізації "прикладна оптика і магнетизм" в обсязі 2 кредитів (34 години), в тому числі 38 годин самостійної роботи. Закінчується іспитом в 1 семестрі.

**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. Враховуючи специфіку спеціалізації "прикладна оптика і магнетизм" головний акцент робиться на застосуванні вказаних методів в галузі біології, медицини, екології, нанотехнологій.

**Предмет навчальної дисципліни** " Поляризаційна матрична оптика " включає: викладення сучасних підходів щодо побудови матричних моделей об'єктів різної природи. Особлива увага приділяється фізичному обґрунтуванню тих чи інших методів матричного аналізу які покладаються в основу моделювання.

### **Вимоги до знань та вмінь.**

#### ***Студент повинен знати:***

основи лінійної алгебри і матричного аналізу, основи оптики і кристалофізики, основи фізики розповсюдження електромагнітного випромінювання в однорідних і неоднорідних анізотропних середовищах.

#### ***Студент повинен вміти:***

Запропонувати матричну модель, що описує той чи інший клас середовищ і, ґрунтуючись на цьому, визначити властивості досліджуваного середовища.

**Місце в структурно-логічній схемі спеціальності.** Нормативна навчальна дисципліна "Поляризаційна матрична оптика" є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "магістр" і спирається на знання, отримані в курсах "Загальна фізика", "Фізика твердого тіла", "Електродинаміка", "Статистична фізика".

**Система контролю знань та умови складання іспиту.** Навчальна дисципліна "Поляризаційна матрична оптика" оцінюється за модульно-рейтинговою системою. Вона складається з 2 змістовних модулів, які включають сукупно 17 лекцій та самостійну роботу студентів

Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою.

**Форми поточного контролю:** оцінювання контрольної і самостійної роботи наприкінці модулів —30 балів за кожну контрольну роботу.

Комплексна контрольна робота студентів оцінюється в діапазоні від 0 до 20 балів (максимально 4 бали за кожне з 5 завдань).

#### ***Критерії оцінювання:***

- Повна відповідь на 5 питань – 6 балів;
- Повна відповідь на 5 питань з неточностями -5 балів
- Повна відповідь на 4 питання - 4-3 бали

- Часткова відповідь – 4-3 бали;
- Відповідь з помилками – 2 бали;
- Відповідь з суттєвими помилками – 1 бал;
- Відповідь не зараховано – 0 балів

Додаткові бали, недоотримані за окремі питання контрольної роботи, (до 5 балів) можуть бути нараховані за оригінальність розв'язання задач, знання студентами матеріалу курсу в об'ємі повнішому, ніж було викладено в лекціях, використання студентом нових літературних джерел.

Самостійна робота студента (СРС) є основним видом засвоєння навчального матеріалу у вільний від аудиторних занять час.

Метою самостійної роботи є вироблення студентами навичок і вміння працювати з літературою, віднаходити головні аспекти проблем, що потребують твердого засвоєння, вміння письмово та усно викладати матеріал.

Предметом самостійної роботи студентів є опрацювання ними як окремих тем програми курсу "Оптична поляриметрия" в цілому, так і деяких розділів тем.

Перевірка рівня засвоєння матеріалу самостійно опрацьованих тем здійснюється при проведенні індивідуальних консультацій, та час написання контрольних робіт.

**Контроль самостійної роботи студентів** виконується в рамках модульних контрольних робіт включенням у питання роботи тематики СРС. Оцінювання здійснюється за накопичувальною схемою (зарахована відповідь – 0.25-0.5 бали), що дозволяє компенсувати до 5 балів за один модуль, недоотримані при проведенні модульної контрольної роботи.

Максимальна кількість балів, яку можна набрати за перший ПМК – 30 балів, за другий ПМК – 30 балів.

Участь всіх студентів в контрольному заході обов'язкова. Студент, який з поважної причини пропустив ПМК, зобов'язаний надати відповідний документ і викладач за погодженням з деканатом призначає нову дату проведення ПМК.

**Підсумковий контроль:** у формі письмового заліку із співбесідою – 40 балів. Заліковий тест містить 10 запитань, кожне з яких оцінюється від 0 до 4 балів.

**Критерії оцінювання:**

- Повна відповідь – 4 бали;
- Часткова відповідь – 3 бали;
- Відповідь з помилками – 2 бали;
- Відповідь з суттєвими помилками – 1 бал;
- Відповідь не зараховано – 0 балів

Поточний контроль

Підсумковий контроль

Модульна контрольна робота №1	Модульна контрольна робота №2	Іспит
20 балів (максимум)	20 балів (максимум)	40 балів (максимум)

До іспиту допускаються студенти, які отримали не менше 20 балів. Мінімальна кількість балів, необхідних для отримання задовільної оцінки, складає 60 балів.

### ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛІНИ

№ теми	НАЗВА ТЕМИ	Кількість годин			
		Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Інші форми контролю
<b>Змістовний модуль 1</b>					
1	Історія дослідження та використання поляризації електромагнітного випромінювання.	2		0.5	
2	Поляризація світла в навколишньому і тваринному світі	2		0.5	
3	Поперечність монохроматичного електромагнітного випромінювання: методи опису	6		1.0	
4	Розповсюдження поляризованого електромагнітного випромінювання в однорідних анізотропних середовищах. матричні моделі елементарних видів анізотропії. Часткові теореми еквівалентності Джонса.	6		1.0	
<b>МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА 1</b>					2
<b>ВСЬОГО ЗА МОДУЛЬ</b>		16		3	
<b>Змістовний модуль 2</b>					
5	Теореми сингулярного і полярного розкладення і матричні моделі на їх основі.	6		1.0	
6	Узагальнена теорема еквівалентності і матрична модель довільного однорідного анізотропного середовища на її основі.	4		1.0	
7	Спектральна задача на основі матричної моделі довільного однорідного анізотропного середовища.	8		1.0	
<b>МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА 2</b>					2
<b>ВСЬОГО ЗА МОДУЛЬ</b>		18		3	
<b>ІСПИТ</b>					2
<b>ВСЬОГО</b>					

**Змістовний модуль 1**  
*Часткові матричні моделі суцільного середовища*

**Тема 1 Історія дослідження та використання векторної природи електромагнітного випромінювання. (2 год.)**

**Лекція 1**

Історія дослідження та використання векторної природи електромагнітного випромінювання

**Завдання для самостійної роботи (0,5 год.)**

Опрацювання матеріалів лекцій.

*Література* [1, С.2-57; 2, С.5-40]

**Тема 2 Поляризація світла в навколишньому світі (2 год.)**

**Лекція 2 (2 год.)**

Поляризація світла в навколишньому світі.

**Завдання для самостійної роботи (0,5 год.)**

Опрацювання матеріалів лекцій.

*Література* [2, С.59-70]

**Тема 3 Поперечність монохроматичного електромагнітного випромінювання: методи опису. Методи опису (6 год.)**

**Лекція 3 (2 год.)**

Поняття поперечності монохроматичного електромагнітного випромінювання: векторно матричні методи опису.

**Завдання для самостійної роботи (0,5 год.)**

Опрацювання матеріалів лекцій.

*Література* [2, С.70-125]

**Лекція 4 (2 год.)**

Опис поляризаційних характеристик електромагнітного випромінювання в термінах компонентів електричного вектору випромінювання.

**Завдання для самостійної роботи (0,5 год.)**

Опрацювання матеріалів лекцій.

*Література* [2, С.111-152]

**Лекція 5 (2 год.)**

Опис поляризаційних і деполіризаційних характеристик електромагнітного випромінювання в термінах спостережних величин.

**Завдання для самостійної роботи (0,5 год.)**

Опрацювання матеріалів лекцій.

*Література* [3, С.10-52]

**Тема 4 Розповсюдження поляризованого електромагнітного випромінювання в однорідних анізотропних середовищах. матричні моделі елементарних видів анізотропії. Часткові теореми еквівалентності Джонса. (6 год.)**

**Лекція 6 (2 год.)**

Матричні моделі середовищ з часовою і просторовою дисперсією: лінійні і циркулярні дихроїзм і двоприменезаломлення.

**Завдання для самостійної роботи (0,5 год.)**

Опрацювання матеріалів лекцій.

*Література [6, С.231-409]*

**Лекція 7 (2 год.)**

Властивості середовищ, що описуються матричними моделями на основі першої теореми еквівалентності Джонса.

**Завдання для самостійної роботи (0,5 год.)**

Опрацювання матеріалів лекцій.

*Література [2, С.9-37]*

**Лекція 8 (2 год.)**

Властивості середовищ, що описуються матричними моделями на основі другої теореми еквівалентності Джонса.

**Завдання для самостійної роботи (0,5 год.)**

Опрацювання матеріалів лекцій.

*Література [4, С.30-67]*

**Змістовний модуль 2**

*Матричні моделі довільного однорідного анізотропного середовища*

**Тема 5 Теорема сингулярного і полярного розкладення і матричні моделі на їх основі.. (6 год.)**

**Лекція 9 (2 год.)**

Теорема сингулярного розкладення і трансцендентні матричні моделі детермінованого середовища.

**Завдання для самостійної роботи (0,5 год.)**

Опрацювання матеріалів лекцій.

*Література [4, С. 51-75]*

**Лекція 10 (2 год.)**

Теорема полярного розкладення і властивості середовищ, що впливають з моделі на її основі.

**Завдання для самостійної роботи (0,5 год.)**

Опрацювання матеріалів лекцій.

*Література [4, С. 75-90]*

**Лекція 11 (2 год.)**

Матрична модель ермітового дихроїзму.

**Завдання для самостійної роботи (0,5 год.)**

Опрацювання матеріалів лекцій.

*Література [3, С. 51-65]*

**Тема 6 Узагальнена теорема еквівалентності і матрична модель довільного однорідного анізотропного середовища на її основі. (4 год.)**

**Лекція 12 (2 год.)**

Співвідношення ван де Хюлстівської взаємності і неоднозначність розв'язку оберненої задачі на основі узагальненої теореми еквівалентності.

**Завдання для самостійної роботи (0,5 год.)**

Опрацювання матеріалів лекцій.

*Література [4, С. 100-125]*

**Лекція 13 (2 год.)**

Загальність розв'язку оберненої задачі на основі узагальненої теореми еквівалентності.

**Завдання для самостійної роботи** (0,5 год.)

Опрацювання матеріалів лекцій.

*Література* [3, С. 48-85]

**Тема 7 Спектральна задача на основі матричної моделі довільного однорідного анізотропного середовища.** (8 год.)

**Лекція 14** (2 год.)

Спектральна задача і класифікація середовищ на її основі.

**Завдання для самостійної роботи** (0,5 год.)

Опрацювання матеріалів лекцій.

*Література* [2, С. 82-115]

**Лекція 15** (2 год.)

Матрична модель середовища, що характеризується власними числами фазовими множниками: двопронезаломлення і невласний дихроїзм

**Завдання для самостійної роботи** (0,5 год.)

Опрацювання матеріалів лекцій.

*Література* [5, С. 18-65]

**Лекція 16** (2 год.)

Матрична модель середовища, що характеризується власними числами дійсними множниками: ермітовий і неермітовий дихроїзм

**Завдання для самостійної роботи** (0,5 год.)

Опрацювання матеріалів лекцій.

*Література* [5, С.45-105]

**Лекція 17** (2 год.)

Матрична модель середовища, що характеризується виродженою анізотропією.

**Завдання для самостійної роботи** (0,5 год.)

Опрацювання матеріалів лекцій.

*Література* [5, С. 106-134]

### **ТИПОВЕ ЗАВДАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ**

1. Знайти явний вигляд матричної моделі для середовища, яке характеризується ортогональними лінійними власними поляризаціями і власними числами виду  $\exp(\pm a)$ ?
2. Як слід підібрати параметри  $\alpha$  і  $\varphi$  для того, щоб середовище, яке характеризується параметрами анізотропії  $P = 0.2$ ,  $\theta = 30^\circ$ ,  $\delta = 20^\circ$  і  $R = -0.7$ , характеризувалося б дійсними власними числами?
3. Середовище характеризується наступними параметрами анізотропії  $P = 0.7$ ,  $\theta = 39^\circ$ ,  $\delta = 77^\circ$ ,  $\alpha = 11^\circ$ ,  $\varphi = 137^\circ$  і  $R = -0.7$ . Знайти явний вигляд його матричної моделі і її спектр.

### **Контрольні запитання до змістового модуля 1**

1. Які ви знаєте методи опису електромагнітного випромінювання в термінах компонентів електричного вектора?



2. Які ви знаєте методи опису електромагнітного випромінювання в термінах спостережних величин?
3. В чому полягає принцип еквівалентності Стокса?
4. Отримайте матричну модель лінійно дихроїчного середовища в довільній лабораторній системі координат?
5. Модель якого класу середовищ визначає перша теорема еквівалентності Джонса?

### **Контрольні запитання до змістового модуля 2**

1. Що таке трансцендентні перетворення?
2. Сформулюйте теорему сингулярного розкладення?
3. Які властивості дихроїчної полярної форми ви знаєте?
4. В чому полягає фізичний зміст спектральної задачі?
5. Що таке не ермітовий дихроїзм?

### **Рекомендована література**

#### ***Основна***

1. Können G. P. Polarized Light in Nature (Cambridge U. Press, 1985).
2. Goldstein D, Polarized Light / D. Goldstein. New York: Taylor and Francis, - 2003. – 680 p.
3. Памятных Е.А., Туров Е.А. Основы электродинамики материальных сред в переменных и неоднородных полях, М.: Физматлит, 2000.
4. Brosseau, Ch. Fundamentals of polarized light. A statistical optics approach. New York: North-Holland Publishing Company, 1998.
5. Сиротин Ю.И., Шаскольская М.П., Основы кристаллофизики, М.: Наука, 1979
6. Розенберг Г.В. Луч света (К теории светового поля), УФН, том. 121, вып.1, 97-138,1977.
7. Tompkins H. G., Irene E. A., Handbook of Ellipsometry, Heidelberg, Springer, 2005, 891 p.

#### ***Додаткова***

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