

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет

(назва факультету)

Кафедра ОПТИКИ



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
Електромагнітоакустооптика

для студентів

галузь знань	<u>Е Природничі науки, математика та статистика</u> (шифр і назва)
спеціальність	<u>Е5 Фізика та астрономія</u> (шифр і назва спеціальності)
освітній рівень	<u>магістр</u> (молодший бакалавр, бакалавр, магістр)
освітня програма	<u>Оптика, лазерна фізика</u> (назва освітньої програми)
вид дисципліни	<u>обов'язкова</u>

Форма навчання	очна
Навчальний рік	2025/2026
Семестр	1
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	екзамен

Викладачі: проф. Макаренко Олексій Володимирович

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2025

Розробники: Макаренко Олексій Володимирович, доктор фіз.-мат. наук,  
професор кафедри оптики  
(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

ЗАТВЕРДЖЕНО  
Зав. кафедри оптики

  
(підпис)

(Кондратенко С.В.)  
(прізвище та ініціали)

Протокол № 8 від «19» травня 2025 р.

Схвалено науково - методичною комісією фізичного факультету

Протокол від «23» травня 2025 року №10

Голова науково-методичної комісії

(підпис)



(Оліх О.Я.)  
(прізвище та ініціали)

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** – засвоєння студентами теоретичних та практичних знань для ефективного використання електрооптичних, магнітооптичних і акустооптичних явищ у наукових дослідженнях та у створенні оптоелектронних приладів.

**2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

1. Знати курси „Оптика”, „Кристалоптика” та „Атомна фізика” та розуміти сутність фізичних процесів, які визначають оптичні властивості кристалічних та аморфних середовищ, зумовлених впливом електричного, магнітного і акустичного полів.
2. Вміти застосовувати рівняння хвильових нормалей та володіти методиками розрахунку оптичних характеристик анізотропних середовищ.

**3. Анотація навчальної дисципліни / референс:**

В рамках курсу «Електромагнітоакустооптика» розглядаються як класична, так і квантова теорії магнітооптичних, електрооптичних і акустооптичних явищ. Метою вивчення дисципліни є засвоєння студентами фізичні основи магнітооптичних, електрооптичних і акустооптичних явищ, основні рівняння, що описують ці явища, практичні застосування цих явищ. Навчальна задача курсу полягає в ефективному використанні набутих знань у наукових дослідженнях та у оптичному приладобудуванні. Результати навчання полягають в умінні застосовувати магнітооптичних, електрооптичних і акустооптичних явищ для розв'язання практичних наукових та виробничих задач. Методи викладання: лекції, консультації, самостійна робота. Методи оцінювання: опитування в процесі лекції, модульні контрольні роботи після основних розділів спецкурсу, контроль самостійної роботи, екзамен. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (60%) та екзамену (40%).

**4. Завдання (навчальні цілі)** – ознайомлення студентів з теорією та практичним застосуванням магнітооптичних, електрооптичних і акустооптичних явищ.

Згідно вимог Стандарту вищої освіти України (другий (магістерський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОНП «Оптика, лазерна фізика» дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних *компетентностей*:

**Інтегральних:**

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми дослідницького та інноваційного характеру у фізиці та астрономії.

**Загальних:**

- Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК02);
- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК04);
- Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми (ЗК06);

**Спеціальних:**

- Здатність формулювати, аналізувати та синтезувати рішення наукових проблем в області фізики та астрономії (СК02);
- Вміти використовувати методи чисельних та аналітичних розрахунків в оптиці (СК09);

**5. Результати навчання за дисципліною:** (описуються з детальною достовірністю для розробки заходів оцінювання)

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація*; 4. автономність та відповідальність*)		Методи викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Знати теорію магнітооптичних, електро-оптичних і акустооптичних явищ.	лекції, самостійна робота	Модульна контрольна робота	30
1.2	Знати можливості застосування магніто-оптичних, електрооптичних і акустооптичних явищ в галузі оптики та лазерної фізики.	лекції, самостійна робота	Модульна контрольна робота	30
2.1	Вміти ефективно використовувати набуті знання у наукових дослідженнях та у оптичному приладобудуванні	лекції, самостійна робота	Модульна контрольна робота	20
2.2	Вміти застосовувати магнітооптичні, електрооптичні і акустооптичні явища в галузі оптики та лазерної фізики	лекції, самостійна робота	Модульна контрольна робота	20

**6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання** (необов'язково для вибіркових дисциплін)

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	2.1	2.2
<b>Програмні результати навчання</b>				
ПР05. Здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних фізичних або астрономічних явищ, об'єктів і процесів.	+	+		
ПР06. Обирати ефективні математичні методи та інформаційні технології та застосовувати їх для здійснення досліджень або інновацій в області фізики або астрономії		+	+	
ПР11. Застосовувати теорії, принципи і методи фізики або астрономії для розв'язання складних міждисциплінарних наукових і прикладних задач		+	+	+
ПР15. Планувати наукові дослідження з урахуванням цілей та обмежень, обирати ефективні методи дослідження, робити обґрунтовані висновки за результатами дослідження.	+	+	+	+
ПР17. Знати і розуміти фізичні основи функціонування оптичних пристроїв та систем.			+	+

**7. Схема формування оцінки:**

**7.1. Форми оцінювання студентів:** (зазначається перелік видів робіт та форм їх контролю / оцінювання із зазначенням Min. – рубіжної та Max. кількості балів чи відсотків)

- семестрове оцінювання:

\* заповнюється за необхідністю, наприклад для практик, лабораторних курсів тощо.

1. Модульна контрольна робота 1 (18 балів-30 балів).
2. Модульна контрольна робота 2 (18 балів-30 балів).

- підсумкове оцінювання у формі іспита

**Підсумкове оцінювання у формі іспита<sup>1</sup>: (обов'язкове проведення оцінювання в письмовій формі)**

	ЗМ1/Частина 1 (за наявності)	ЗМ2/Частина 2 (за наявності)	Іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	<u>18</u>	<u>18</u>	<u>24</u>	<u>60</u>
Максимум	<u>30</u>	<u>30</u>	<u>40</u>	<u>100</u>

Студент не допускається до екзамена, якщо під час семестру набрав менше **36 балів**.<sup>2</sup>

*(слід чітко прописати умови, які висуваються викладачами даної дисципліни).*

Оцінка за екзамен не може бути меншою **24 балів** для отримання загальної позитивної оцінки за курс.

**7.2. Організація оцінювання:** *(обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням, у тому числі, результатів навчання, опанування яких перевіряється конкретним оцінюванням).*

### 7.3. Шкала відповідності

<b>Відмінно</b> / Excellent	90-100
<b>Добре</b> / Good	75-89
<b>Задовільно</b> / Satisfactory	60-74
<b>Незадовільно</b> з можливістю повторного складання / Fail	35-59
<b>Незадовільно</b> з обов'язковим повторним вивченням дисципліни / Fail	0-34
<b>Зараховано</b> / Passed	60-100
<b>Не зараховано</b> / Fail	0-59

<sup>1</sup> Семестрову кількість балів формують бали, отримані студентом у процесі теоретичного засвоєння матеріалу з усіх розділів дисципліни, семінарських занять, виконання практичних, лабораторних, індивідуальних, підсумкових контрольних робіт, творчих робіт впродовж семестру, передбачених робочою навчальною програмою (**100 балів** - для залікових дисциплін, у випадку, якщо дисципліна завершується екзаменом, то розподіл здійснюється за таким алгоритмом: **60 балів (60%) – семестровий контроль і 40 балів (40%) – екзамен**).

<sup>2</sup> У випадку, коли дисципліна завершується екзаменом не менше – **20 балів**, а рекомендований мінімум **не менше 36 балів**, оскільки якщо студент на екзамені набрав менше **24 балів** (а це 60% від 40 балів, відведених на екзамен), то вони **не додаються** до семестрової оцінки незалежно від кількості балів, отриманих під час семестру, а в екзаменаційній відомості у графі «результуюча оцінка» переноситься лише кількість балів, отриманих під час семестру.

## 8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	самостійна робота
<b>Змістовний модуль 1. Магнітооптичні явища</b>				
1	<b>Тема 1.</b> Загальна характеристика магнітооптичних, електрооптичних та акустооптичних явищ. С.р. Вивчення літератури	1		4
2	<b>Тема 2.</b> Основні фізичні властивості кристалів. Зв'язок властивостей кристалів з їх будовою. С.р. Фізичні методи дослідження будови кристалів.	2		4
3	<b>Тема 3.</b> Характеристика магнітооптичних явищ в різних середовищах. Ефекти Фарадея та Котона-Мутона. Магнітооптичні ефекти Керра. С.р. Магнітна симетрія в кристалофізиці.	2		4
4	<b>Тема 4.</b> Магнітооптичні явища в анізотропних діелектриках. Вектор оптичної активності і вектор гірації. Ефекти Фарадея і (С.р.) Котона-Мутона в анізотропних діелектриках.		2	4
5	<b>Тема 5.</b> Магнітооптичні ефекти в феромагнетиках. Рівняння хвильових нормалей для феромагнітного кристала. С.р. Вивчення літератури		2	4
6	<b>Тема 6.</b> Полярний, меридіональний та (С.р.) екваторіальний магнітооптичні ефекти Керра. Класична та квантова теорії ефекту Керра.	2		4
7	<b>Тема 7.</b> Застосування магнітооптичних ефектів. Модулятори. Дослідження доменної структури феромагнетиків. Невзаємні фазові елементи. С.р. Оптичний запис та відтворення інформації.		2	4
	<i>Модульна контрольна робота 1</i>	1		2
<b>Змістовний модуль 2. Електрооптичні і акустооптичні явища.</b>				
8	<b>Тема 8</b> Характеристика електрооптичних явищ. Електрооптичні явища Керра та Покельса. Коефіцієнти Керра. С.р. Експериментальне визначення коефіцієнтів Покельса та Керра.	2		4
9	<b>Тема 9.</b> Класична теорія ефекту Покельса. Тензор електрооптичних коефіцієнтів для кристалів різних систем та сингоній. Розрахунок зсуву фаз для кристалів LiNbO <sub>3</sub> та (С.р.) KNbPO <sub>4</sub> .		2	4
10	<b>Тема 10.</b> Застосування електрооптичних ефектів. Модулятори в оптичному зв'язку та інтегральнооптичних системах і інших оптоелектронних пристроях. С.р. Оптичні перемикачі.		2	5
11	<b>Тема 11.</b> Характеристика акустооптичних явищ. Пружно-оптичні коефіцієнти (тензор фотопружності). Тензор фотопружності в ізотропних та (С.р.) анізотропних середовищах.	2		4
12	<b>Тема 12.</b> Дифракція Бреґга. Класична і квантова теорії дифракції Бреґга. С.р. Дифракція Бреґга в анізотропному середовищі.	2		4
13	<b>Тема 13.</b> Дифракція Рамана-Ната. Класична та квантова теорії дифракції Рамана-Ната. С.р. Вивчення літератури.		2	4
14	<b>Тема 14.</b> Застосування акустооптичних ефектів. Модулятори. Аналогові та цифрові дефлектори. С.р. Роздільна здатність та ефективність акустооптичних дефлекторів.		2	4
	<i>Модульна контрольна робота 2</i>	1		2
<b>ВСЬОГО</b>		<b>15</b>	<b>14</b>	<b>61</b>

**Загальний обсяг 90 год.**, в тому числі:

Лекцій – **15 год.**

Практичні заняття - **14 год.**

Самостійна робота – **61 год.**

## **9. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА:**

1. Davis CC. *Lasers and Electro-Optics: Fundamentals and Engineering*. 2nd ed. Cambridge University Press; 2014.
2. Louis Desmarais. *Applied Electro Optics*. Pearson Technology Group; 2008.
3. Fernando Agulló-López, José Manuel Cabrera, Fernando Agulló-Rueda. *Electrooptics*. Academic Press; 1994
4. Zvezdin, A.K., & Kotov, V.A. *Modern Magnetooptics and Magneto-optical Materials (1st ed.)*. CRC Press.; 1997
5. Fumagalli, Paul and Schoenes, Joachim. *Magneto-optics: An introduction*, Berlin, Boston: De Gruyter, 2022.
6. López-Ortega, Alberto, Gómez Roca, Alejandro. *Magnetic Nanoparticles: Materials Engineering, Properties and Applications*. Royal Society of Chemistry; 2024
7. Adrian Korpel. *Acousto Optics (Optical Engineering)*. Marcel Dekker Inc; 1988