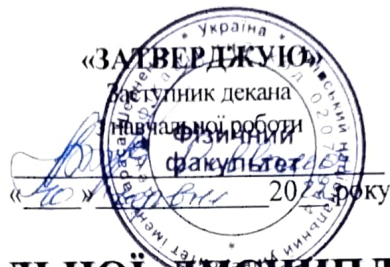


КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет  
(назва факультету)

Кафедра оптики



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ<sup>1</sup>**

Електромагнітоакустооптика

(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань	<u>15 Автоматизація та приладобудування</u> (шифр і назва)
спеціальність	<u>152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка</u> (шифр і назва спеціальності)
освітній рівень	<u>магістр</u> (молодший бакалавр, бакалавр, магістр)
освітня програма	<u>Лазерна і оптоелектронна техніка</u> (назва освітньої програми)
спеціалізація (за наявності)	_____ (назва спеціалізації)
вид дисципліни	<u>обов'язкова</u>

Форма навчання	<b>очна</b>
Навчальний рік	<b>2022/2023</b>
Семестр	<b>1</b>
Кількість кредитів ЄКТС	<b>3</b>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<b>українська</b>
Форма заключного контролю	<b>іспит</b>

Викладачі: доцент Копишинський Олександр Васильович

(Науково-педагогічні працівники, які забезпечують викладання даної дисципліни у відповідному навчальному році)

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


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

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

**КИЇВ – 2022**

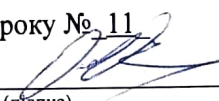
<sup>1</sup> Робоча програма навчальної дисципліни є нормативним документом вищого навчального закладу і містить виклад конкретного змісту навчальної дисципліни, послідовність, організаційні форми її вивчення та їх обсяг, визначає форми та засоби поточного і підсумкового контролю.

Розробники<sup>2</sup>: Копишинський Олександр Васильович, кандидат фіз.-мат. наук,  
доцент кафедри оптики

ЗАТВЕРДЖЕНО  
Зав. кафедри  Поперенко Л.В.  
\_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № 13 від « 19 » травня 2022 р.

Схвалено науково - методичною комісією фізичного факультету \_\_\_\_\_

Протокол від « 10 » червня 2022 року № 11  
Голова науково-методичної комісії  (Оліх О.Я.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 року

<sup>2</sup> Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри (циклової комісії – для коледжів), науково-методичної комісії факультету/інституту (раді навчального закладу - коледжу), підписується завідувачем кафедри (головою циклової комісії), головою науково-методичної комісії факультету/інституту (головою ради) і затверджується заступником декана/директора інституту з навчальної роботи (заступником директора коледжу).

## 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.

**Перелік компетентностей:**

Загальні компетентності

ЗК05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Фахові компетентності

ФК16. Здатність проводити теоретичні та експериментальні дослідження фізичних явищ в середовищах, які перебувають в різних фазових станах із застосуванням оптичних методів.

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

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

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

<b>Результати навчання дисципліни</b>	<b>1.1</b>	<b>1.2</b>	<b>2.1</b>	<b>2.2</b>
<b>Програмні результати навчання</b>				
<i>ПР17. Знати і розуміти принципи функціонування та будови оптичних та оптико-електронних інформаційно-вимірвальних систем.</i>	+	+		
<i>ПР19. Вміти здійснювати планування та проводити експериментальне дослідження структурних, оптичних та електрофізичних властивостей органічних (в тім числі біологічних та наноб'єктів) і неорганічних середовищ.</i>			+	+

**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:

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>3</sup>:** (обов'язкове проведення оцінювання в письмовій формі)

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

	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>4</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>3</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>4</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	лабораторні	Самостійна робота
<b><i>Змістовний модуль 1. Магнітооптичні явища</i></b>				
1	<b>Тема 1.</b> Загальна характеристика магнітооптичних, електрооптичних і акустооптичних явищ та застосування цих явищ в оптичній метрології. С.р. Ознайомитися з літературними джерелами.	2		4
2	<b>Тема 2.</b> Основні принципи функціонування та будови оптичних та оптико-електронних інформаційно-вимірjuвальних систем. С.р. Будова магнітооптичних елементів та їх застосування в метрологічних вимірюваннях.	2		4
3	<b>Тема 3.</b> Характеристика магнітооптичних явищ в різних середовищах. Ефекти Фарадея та (С.р.) Котона-Мутона. Планування та проведення вимірів оптичних характеристик матеріалів із застосуванням ефекта Фарадея.	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. Ефект Фарадея в феромагнетиках.	2		4
6	<b>Тема 6.</b> Полярний, меридіональний та (С.р.) екваторіальний магнітооптичні ефекти Керра. Класична та квантова теорії ефекту Керра. Планування та проведення вимірів магнітної сприйнятливості матеріалів із застосуванням ефекта Керра.	2		4
7	<b>Тема 7.</b> Застосування магнітооптичних методів в метрології. Вимірювання поверхневої топографії та деформацій в мікроелектроніці. Дослідження доменної структури феромагнетиків. Визначення магнітної анізотропії. С.р. Точне вимірювання великих струмів з використанням ефекту Фарадея.	2		4
	<i>Модульна контрольна робота 1</i>	1		2
<b><i>Змістовний модуль 2. Електрооптичні і акустооптичні явища.</i></b>				
8	<b>Тема 8</b> Характеристика електрооптичних явищ. Електрооптичні явища Керра та Покельса. Коефіцієнти Керра. С.р. Планування та проведення вимірів коефіцієнтів Покельса та Керра та діелектричної проникності речовини.	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.) KN <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> .	2		4
10	<b>Тема 10.</b> Застосування електрооптичних ефектів в метрології. Вимірювання електричних полів у широкому діапазоні частот та інтенсивностей. Вимірювання температури з високою точністю методом дифракційної термометрії. С.р. Вимірювання хвильових фронтів в оптичних системах.	2		4
11	<b>Тема 11.</b> Характеристика акустооптичних явищ. Пружно-оптичні коефіцієнти (тензор фотопружності). Планування та проведення вимірів елементів тензора фотопружності в ізотропних та (С.р.) анізотропних середовищах.	2		4

12	<b>Тема 12.</b> Дифракція Брегга. Класична і квантова теорії дифракції Брегга. С.р. Дифракція Брегга в анізотропному середовищі.	2		4
13	<b>Тема 13.</b> Дифракція Рамана-Ната. Класична та квантова теорії дифракції Рамана-Ната.С.р. Ефективність дифракції Рамана-Ната.	2		4
14	<b>Тема 14.</b> Застосування акустооптичних ефектів в метрології. Вимірювання температури та швидкості звуку в матеріалах. Вимірювання параметрів оптичних волокон. С.р. Вимірювання механічних напружень.	2		4
	<i>Модульна контрольна робота 2</i>	1		2
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>60</b>

**Загальний обсяг 90 год.**<sup>5</sup>, в тому числі:

Лекцій – **30 год.**

Самостійна робота - **60 год.**

## 9. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА<sup>6</sup>:

### Основні:

1. Handbook of Optical Metrology: Principles and Applications, Second Edition: ed. by Toru Yoshizawa. CRC Press, 2017. -919 p. - ISBN 978-1-1388-9363-4.
2. Magneto-Optics by Satoru Sugano, Norimichi Kojima. - Springer Science & Business Media, 2013. -338 p. -ISBN 978-3-6620-4143-7.
3. Magneto-optical sensing and imaging: From fundamentals to metrology by P.M.Panchenko and S.S.Harsha. -Elsevier,2021. - Sensors and Actuators A: Physical, p.687-713.
4. Building Electro-Optical Systems: Making It All Work, 3rd Edition by Philip C.D.Hobbs. - Wiley, 2021. - 832 p. - ISBN 978-1-1194-3897-7.
5. Design and Fabrication of Acousto-Optic Devices by Akis P.Goutzoulis. - CRC Press, 2021. -520 p. - ISBN 978-1-0032-1022-1.

### Додаткові:

1. Magnetic Field Measurement Handbook: ed. by A.R.H.Goodwin and G.W.Reade. - IOP Publishing, 2017. - 768 p. - ISBN 978-0-7503-1421-4.
2. Magnetic Sensors and Magnetometers: ed. by M.Kraft and E.Hristoforou. - Springer, 2013. - 349 p. - ISBN 978-3-6422-8308-3.
3. Magnetic Measurements for Materials Characterization: ed. by R.Coehoorn, A.Berger, and E.Brück. - Springer, 2018. - 452 p. - ISBN 978-3-3199-2377-1.
4. Magnetic Resonance Imaging: Principles and Applications: ed. by D.N.Kockenberger and K.T.Schomberg. - John Wiley & Sons, 2013. - 496 p. - ISBN 978-0-4709-1700-4.
5. Electro-Optics Handbook, 2nd Edition by Ronald W.Waynant and Marwood N.Ediger. - The McGraw-Hill Companies, Inc., 2012 - ISBN 978-0-0706-8716-5.

<sup>5</sup> Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

<sup>6</sup> В тому числі Інтернет ресурси