

# 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

### Магнітооптика та фотоманетизм

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

залік

#### Викладач:

Володимир СОХАЦЬКИЙ, кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри електрофізики.

Пролонговано:

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

**Розробник:**

Володимир СОХАЦЬКИЙ, кандидат фіз.-мат. наук, доцент 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. Мета дисципліни**— Ознайомлення студентів із основними методами магнітних і оптичних досліджень, застосуванням фізичних законів, формул, що характеризують магнітооптичні явища, підготовка слухачів до вивчення курсу теоретичної фізики, зокрема, квантової фізики, електро- та магнітооптики, квантових інформаційних технологій, а також ряду інших спеціальних дисциплін, в яких використовуються стандартні фізичні та математичні методи; опанування студентами методів роботи із сучасною науковою літературою та інформаційними базами.

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

Навчальна дисципліна "Магнітооптика і фотоманетизм" є нормативною дисципліною підготовки фахівців за освітнім рівнем «магістр» галузі знань «10. Природничі науки» зі спеціальності «105. Прикладна фізика та наноматеріали». Вона необхідна для формування професійного світогляду фахівця з Прикладної фізики. Методи дослідження, аналізу та моделювання магнітооптичних явищ, що вивчаються в рамках Магнітооптики, широко використовуються в науковій практиці в різних галузях фізики, техніки і технологій.

Попередні вимоги:

*студент повинен знати:* основні означення, закони, рівняння та співвідношення оптичних, електричних та магнітних явищ в межах програми курсу загальної фізики;

*студент повинен вміти:* розв'язувати фізичні задачі з курсу елементарної фізики, вміти користуватись апаратом вищої математики, а також бути знайомим з чисельними методами розв'язку диференціальних рівнянь, операцій з матричними величинами тощо.

### **3. Анотація навчальної дисципліни:**

Вивчення дисципліни «Магнітооптика і фотоманетизм» дозволяє зрозуміти сутність багатьох природних явищ, дізнатись про закономірності протікання оптичних, електричних та магнітних явищ на атомному рівні, а також і супутніх явищ, пов'язаних із розповсюдженням в середовищах електромагнітних хвиль і їх взаємодією із магнітною та електричною підсистемами речовин різного типу.

В результаті вивчення дисципліни «Магнітооптика і фотоманетизм» студент отримає підготовку, достатню для подальшої наукової роботи в галузі прикладної фізики, зокрема в напрямках фізики оптичних, магнітних і електричних явищ, інформаційних технологій та квантових комп'ютерів, а також для самостійного вивчення необхідної наукової літератури, розв'язку типових задач, що потребують використання фізичних методів.

«Магнітооптика і фотоманетизм» є базовою дисципліною циклу. Вона необхідна для формування професійних навиків фахівця з Прикладної фізики. Оскільки комп'ютерні методи широко використовуються як при експериментальних, так і теоретичних дослідженнях в усіх галузях фізики, технології, техніки, то при вивченні даної дисципліни студенти опановують типові методи моделювання, розрахунків та управління при виконанні фізичних досліджень.

Запропонований курс включає в себе викладання основних методів та прийомів, що застосовуються для роботи з комп'ютерами в фізиці та електроніці, ознайомлення з пакетами прикладних програм, що використовуються для моделювання і розрахунків оптичних і магнітних явищ; застосування програм в технологічних процесах, метрологічному забезпеченні тощо. Курс розрахований на майбутніх спеціалістів, зайнятих як науковою діяльністю у галузі фундаментальних фізичних досліджень, так і розробників електронно-оптичної апаратури, що працює на нових принципах, зокрема керуванні властивостями речовини на нанорозмірному та молекулярному рівнях і в якій можуть використовуватись магнітні, оптичні явища, електронні, квантові ефекти, зокрема в нанорозмірних структурах.

### **4. Завдання навчальної дисципліни (навчальні цілі):**

1. Надати основні відомості курсу «Магнітооптика і фотоманетизм», які складають важливу частину загальної наукової підготовки студента за спеціальністю «Прикладна оптика і манетизм».

2. Узагальнити та розширити поняття нанорозмірних оптичних систем, типів магнітооптичної взаємодії, методів опису енергетичних станів електричної та магнітної підсистем, навчити пояснювати виникнення незвичних на перший погляд форм характеристик приладів і матеріалів, наприклад, кривих перемагнічування, навчити застосовувати стандартні методи аналізу і розрахунку фізичних характеристик.

3. Навчити застосовувати основні відомості курсу у професійній діяльності, розвинути у студентів основи аналітичного мислення та наукового підходу.

4. Навчити застосовувати отримані знання та уміння в моделюванні та розробці магнітооптичних та оптоелектронних систем із заданим набором фізичних властивостей та функціональностей.

Мета навчальної дисципліни - підготувати слухачів до роботи в галузі експериментальних та теоретичних фізичних досліджень, а також вивчити спеціальні методики, в яких використовуються комп'ютерні методи. В рамках даної дисципліни передбачається ознайомлення та оволодіння основами сучасних знань про фундаментальні закони загальної фізики, навчання практичному застосуванню фізичних експериментальних методів та теоретичних положень фізики, а також поглиблення розвитку логічного та аналітичного мислення.

Курс розрахований на майбутніх спеціалістів, зайнятих науковою діяльністю у галузі як фундаментальних, так і прикладних фізичних досліджень, а також зайнятих вимірюваннями фізичних величин та розробкою приладів для таких вимірювань. В курсі передбачається вивчення принципів побудови та можливостей програмного забезпечення пристроїв оптичного вводу-виводу інформації, комп'ютерних вимірювальних систем, програмних пакетів керування фізичним експериментом, методик використання електронних таблиць, прикладних пакетів наукової графіки для обробки результатів вимірювань, відображення скан-копій, розпізнавання образів та редагування зображень, методів розробки схем, моделей, систем комп'ютерної алгебри для розв'язку задач математичної фізики в числовому та символічному вигляді, включаючи комп'ютерну анімацію та її застосування у фізичних дослідженнях, а також засоби комп'ютерної підготовки текстів наукових публікацій та презентацій за результатами наукових досліджень.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

*Загальні компетентності:*

- ЗК 4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК 9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

*Фахові компетентності:*

- ФК 2. Здатність брати участь у плануванні методики проведення та матеріального забезпечення експериментів та лабораторних досліджень.
- ФК 12. Здатність використовувати знання про фізичну природу об'єктів у роботах по створенню нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів і речовин, зокрема, наноматеріалів.

### 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			
<b>1</b>	<b>знати:</b>	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 45
1.1	Загальні основи оптичних, магнітних, електричних та теплових явищ. Загальний опис фізичних явищ в різних системах одиниць і координат.	лекція	МКР	1
1.2	Загальні підходи до аналізу оптичних властивостей нанорозмірних систем.	лекція	МКР	1
1.3	Основні експериментальні методи вимірювання магнітних, електричних, теплових та оптичних характеристик матеріалів.	лекція	МКР	1
1.4	Роль і можливості сучасних комп'ютерних методів та програм при їх застосуванні у фізичних дослідженнях, фізичному експерименті та при розробці вимірювальної апаратури.	лекція	МКР	1
1.5	Основні закономірності прояву фізичних законів, загальні властивості цих законів.	лекція	МКР	1
1.6	Особливості побудови та можливості сучасних комп'ютерних технологій при їх застосуванні у теоретичних дослідженнях, фізичному експерименті та при розробці вимірювальної апаратури.	лекція	МКР	1
1.7	Закономірності поведінки мікрочастинок в	лекція	МКР	1

	середовищах різної розмірності, останні відомості про процеси взаємодії електромагнітних хвиль із електричною та магнітною підсистемами.			
1.8	Поняття про тензорний опис характеристик речовин і фізичних явищ.	лекція	МКР	1
1.9	Проблематика чисельного розв'язання диференціальних рівнянь, що описують електричний і магнітний стан атомів.	лекція	МКР	1
1.10	Розуміння основних принципів та наслідків квантової взаємодії магнітних моментів.	лекція	МКР	1
<b>2</b>	<b>вміти:</b>	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 45
2.1	Знати і вміти застосовувати комп'ютерні методи для вирішення типових фізичних задач, моделювання фізичних явищ, процесів.	лекція	МКР	1
2.2	Знаходити оптимальні методи для вирішення задач або розв'язання фізичних проблем.	лекція	МКР	1
2.3	Знати і вміти застосовувати фізичні закони і математичні формули, що їх описують для встановлення та/або перевірки співвідношень і закономірностей фізичних явищ та процесів.	лекція	МКР	1
<b>3</b>	<b>комунікація:</b>	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 5
3.1	Здатність грамотно будувати наукову комунікацію як в усній так і письмовій формах, підбирати правильну термінологію.	лекція	МКР	1
3.2	Уміння пояснити своє бачення ситуацій, фізичних проблем на основі відомих закономірностей.	лекція	МКР	1
<b>4</b>	<b>автономність та відповідальність:</b>	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 5
4.1	Здатність до самостійного пошуку матеріалу в учбовій літературі або інших джерелах інформації для поглиблення знань та в рамках самостійної роботи.	лекція	МКР	1

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

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни															
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1
ПРН 1. Глибокі знання в галузі сучасної прикладної фізики і фізики наноматеріалів.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+						
ПРН 6. Знаходити і аналізувати науково-технічну інформацію з різних джерел з використанням сучасних інформаційних технологій				+												+
ПРН 11. Розробляти фізичні основи створення нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів, речовини, технологій.			+	+							+	+	+			
ПРН 12. Інтерпретувати науково-технічну інформацію.														+	+	
ПРН 18. Розв'язувати складні наукові, дослідницькі та інженерно-технічні задачі в області прикладної фізики та фізики наноматеріалів, які вимагають поглиблених знань у галузі фізики, математики, комп'ютерних технологій.											+	+	+			

## 7. Схема формування оцінки

### 7.1. Форми оцінювання

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

- результати навчання 1.1 – 1.10 [знання] – до 45 %;
- результат навчання 2.1 – 2.3 [вміння] – до 45%;
- результат навчання 3.1-3.2 [комунікація] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [автономність та відповідальність] – до 5%;

Форми оцінювання:

**семестрове оцінювання:** Навчальний семестр має три змістовні модулі. Після завершення лекцій №4, №8 та №12 проводяться письмові модульні контрольні роботи. Обов'язковим для допуску до іспиту є: написання модульних контрольних робіт з кількістю балів не менше 12.

**підсумкове оцінювання (у формі іспиту):** форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет складається з 3 питань і ще одне додатково задається усно, питання оцінюються по 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, оцінка за іспит має бути не меншою ніж **24 бали**.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перескладання 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.– 12	Max. –20
Модульна контрольна робота1	12	20
Модульна контрольна робота2	12	20
Модульна контрольна робота3	12	20

Орієнтований графік оцінювання:

Форма оцінювання	Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання
Модульна контрольна робота 1	жовтень
Модульна контрольна робота 2	листопад
Модульна контрольна робота 3	грудень
Добір балів/додаткова контрольна робота	грудень
Іспит	грудень

Розрахунок балів, які отримують при успішній здачі іспиту:

Значення	Змістовні модулі	Іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	36	24	60
Максимум	60	40	100

### 7.3. Шкала відповідності оцінок

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

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

№з/п	Назва теми	Кількість годин		
		Лекції	Семінари	Самостійна робота
1	1. Вступ. Предмет магнітооптики, особливості курсу, основні означення. 2. Основні оптичні, електричні та магнітні характеристики речовин.	4	–	8
2	1.Ефект Фарадея та магнітний дихроїзм. 2.Магнітооптичні ефекти Керра.	2	–	6
3	1. Магнітооптичні матеріали. 2. Технології отримання магнітооптичних матеріалів.	4	–	6
4	1. Неоднорідності намагніченості та доменні структури в прозорих магнетиках. 2.Керування намагніченістю магнетиків.	4	–	8
5	1. Динамічні властивості магнетиків. 2.Оптична імпульсна реєстрація процесів надшвидкого перемагнічування.	2	–	6
6	1. Магнітооптичні ефекти в об'ємних та тонкоплівкових середовищах. 2.Квантові ями, нанодроти, квантові точки.	4	–	8
7	1. Методи вимірювання магнітооптичних характеристик. 2.Вимірювальні прилади та обладнання.	2	–	6
8	1.Магнітооптичні пристрої керування світловим променем. 2.Елементи інтегральної магнітооптики і оптоелектроніки.	2	–	6
9	1. Прикладні проблеми магнітооптики, оптоелектронні прилади. 2.Молекулярний магнетизм. Органічні сполуки в електроніці.	4	–	6
10	1. Фотомагнітні явища та взаємодія електричної і магнітної підсистем речовини. 2.Природа наведеної анізотропії.	4	–	8
11	1. Спін-переорієнтаційні фазові переходи. 2.Феноменологічний опис взаємодії електричної і магнітної підсистем.	4	–	6
12	1.Матеріали з фотوماгнітними властивостями. 2.Практичні аспекти застосування фотوماгнітних явищ.	4	–	6
<b>Всього</b>		<b>40</b>	<b>–</b>	<b>80</b>

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

## **9. Рекомендована література:**

### **Основні джерела:**

1. О.В. Товстолиткін, М.О. Боровий, В.В. Курилюк, Ю.А. Куницький. Фізичні основи спітроніки. «Нілан-ЛТД», Вінниця.-2014.-500 с.
2. О.В.Третяк, В.А.Львов, О.В.Барабанов. Фізичні основи спінової електроніки. Київський університет, Київ. - 2002.-314 с.
3. А.М. Погорілий, С.М. Рябченко, О.І. Товстолиткін. Спітроніка. Основні явища. Тенденціїрозвитку. Укр. фіз. журн. Огляди 2010. Т. 6, №1.
5. В. А. Одарич. Магнітооптика // Енциклопедія Сучасної України : енциклопедія [електронна версія] / ред.: І.М.Дзюба, А.І.Жуковський, М.Г.Железняк та ін.; НАН України, НТШ. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2017. Т. 18. URL: <https://esu.com.ua/article-60247>

### **Додаткові і джерела:**

1. І.В. Лінчевський. Магнітооптика. Лабораторний практикум. Київ,- КПІ ім.І.Сікорського, 2021.
2. Яворський Б.М., Детлаф А.А. та ін. Курс фізики. Київ, “Вища школа”, 1970.-356 с.
3. В.І.Григорук,О.С.Клімов, С.М.Савенков, В.П.Сохацький та ін. Взаємодія фізичних полів з наноструктурованими матеріалами. Київ.-2018. 382 с.
4. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. К.: Вид-во “Техніка”, 1999. - 536 с.