

# КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра електрофізики

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Заступник декана з навчальної роботи

\_\_\_\_\_ Наталія ГОРБОВЦОВА

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Проблеми сучасної оптики

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

2023/2024

Семестр

3

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.

КИЇВ-2023

**Розробник:**

Валерій КОВАЛЕНКО, доктор фіз.-мат. наук, професор.

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

**«ЗАТВЕРДЖЕНО»**

Завідувач кафедри електрофізики

\_\_\_\_\_ Сергій САВЕНКОВ

Протокол № \_\_ від « \_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

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

Протокол № \_\_ від « \_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

Голова науково-методичної комісії

Сергій РАДЧЕНКО

« \_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 року.

## ВСТУП

**1. Мета навчальної дисципліни:** дати сучасні знання про можливості і застосування сучасних досягнень в оптиці та нанооптиці в науці, техніці, біології, екології, медицині, передачі інформації, її запису і відтворення оптичними методами.

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

*Студент повинен знати:* оптику, електродинаміку, квантову механіку, фізику лазерів.

*Студент повинен вміти:* творчо використовувати у навчальній, дослідницькій та викладацькій діяльності сучасні знання щодо закономірностей та механізмів фізичних ефектів в нанооптиці та їх застосування в інформаційних технологіях, обробці матеріалів, в медицині, біології, екології.

**3. Анотація навчальної дисципліни:**

Дисципліна «Проблеми сучасної оптики» належить до переліку дисциплін вільного вибору студентів. Вона забезпечує професійний розвиток студента в галузі оптичних технологій 21 століття, до яких належать технології запису, відтворення і передачі інформації, літографія, оптичні технології в медицині, біології, екології. Вивчення цієї дисципліни дозволить студенту вільно орієнтуватись в фізичних основах оптичних технологій сьогодення і робити прогностичні оцінки щодо їх розвитку. В курсі аналізуються стан та перспективи сучасної оптики (нанооптики): плазмоніки, фотонних кристалів, метаматеріалів, оптики та мікроскопії ближнього поля тощо. Нанооптика розглядається як альтернатива до сучасної електроніки. Особливу увагу приділяється аналізу таких проблемних питань як трансформаційна оптика чи сповільнення світла.

**4. Завдання (навчальні цілі):**

- Надати основні відомості курсу «Проблеми сучасної оптики», які складають важливу частину загально-технічної та інженерної підготовки студента за спеціальністю «Прикладна фізика та наноматеріали».

- Узагальнити та розширити відомі поняття курсів «Оптика», «Квантова радіофізика та електроніка», «Експериментальна лазерна фізика», продемонструвати застосування теоретичних відомостей до розв'язання практичних та експериментальних задач;

- Навчити застосовувати знання, уміння, навички використання сучасних оптичних технологій у професійній діяльності, розвивати логічне та аналітичне мислення студентів.

- Навчити застосовувати знання та уміння у моделюванні для розробки й реалізації сучасних оптичних.

- Навчити розв'язувати прикладні задачі із застосуванням лазерів.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

*Загальні компетентності:*

- ЗК 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

- ЗК 5. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

- ЗК 11. Здатність працювати в команді.

- ЗК 13. Здатність працювати автономно.

*Фахові компетентності:*

- ФК 4. Здатність брати участь у виготовленні зразків матеріалів та об'єктів дослідження.

- ФК 7. Здатність брати участь в роботі колективів виконавців, у тому числі у міждисциплінарних проектах

- ФК 11. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання для опису фізичних об'єктів, пристроїв та процесів

**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>	студент повинен знати:	лекційні заняття, заняття з використанням лазерних технологій	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 45
1.1	Оптичні властивості наноматеріалів:	лекційні заняття	письмові модульні	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• низькорозмірні об'єкти;</li> <li>• квантові ефекти в напівпровідниках;</li> <li>• композитні матеріали;</li> <li>• фулерени, вуглецеві нанотрубки, графен;</li> <li>• магнітні наночастинки та їх кластери.</li> </ul>		контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	
1.2	<p>Фізичні основи фотонних кристалів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• багаторазове відбиття та заломлення в шаруватих структурах;</li> <li>• дозволені та заборонені зони;</li> <li>• дефекти ФК та дозволені рівні в забороненій зоні;</li> <li>• інтерференція в багатошарових структурах</li> </ul>	лекційні заняття	=//=	
1.3	<p>Характеристики метаматеріалів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• від'ємний показник заломлення;</li> <li>• електромагнітні ефекти в «лівих середовищах»</li> <li>• суперлінза Веселаго.</li> </ul>	лекційні заняття	=//=	
1.4	<p>Фізичні властивості плазмоніки та наноплазмоніки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• поверхневі плазмонні хвилі;</li> <li>• плазмонний резонанс;</li> <li>• теорія Мі розсіювання та поглинання світла;</li> <li>• практичне використання розсіювання світла на наночастинках.</li> </ul>	лекційні заняття	=//=	
1.5	<p>Оптика ближнього поля:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• просторове розрізнення та якість позиціонування;</li> <li>• конфокальна мікроскопія;</li> <li>• скануюча тунельна мікроскопія;</li> <li>• зонди для ОМБП;</li> <li>• керування відстанню між зразком та зондом.</li> </ul>	лекційні заняття	=//=	
1.6	<p>Сучасні технології застосування нанооптики</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Оптичний пінцет.</li> <li>• Трансформаційна оптика.</li> <li>• Нанорозмірна оптична літографія</li> </ul>	лекційні заняття	=//=	
2	студент повинен <b>вміти</b> :	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 45
2.1	Творчо використовувати у навчальній, дослідницькій та викладацькій діяльності знання щодо закономірностей та механізмів фізичних ефектів в нанооптиці та їх застосування.	лекційні заняття	=//=	
3	<b>комунікація</b>	лекційні заняття, відвідування робочих місць, де використовуються методи сучасної оптики та нанооптики		до 5
3.1	Здатність грамотно будувати			

	комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування			
4	<b>автономність та відповідальність</b>	лекційні заняття, відвідування робочих місць, де використовуються методи сучасної оптики та нанооптики	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 5
4.1	самостійність у навчанні та/або професійній діяльності		=//=	

## 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	2.1	3.1	4.1
ПРН 1. Глибокі знання в галузі сучасної прикладної фізики і фізики наноматеріалів	+	+	+	+	+	+			
ПРН 4. Знаходити прогресивні та інноваційні рішення проблем і завдань при виконанні науково-технічних проєктів.							+		
ПРН 7. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, приладів і наукоємних технологій							+		
ПРН 12. Інтерпретувати науково-технічну інформацію.									+
ПРН 13. Представляти і захищати отримані наукові і практичні результати в усній та письмовій формі.								+	
ПРН 15. Розробляти та формулювати свої професійні висновки та розумно їх аргументувати для фахової та нефахової аудиторії.								+	

## 7. Схема формування оцінки

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

- результати навчання 1.1 – 1.9 [знання] до 45 %;
- результат навчання 2.1 – 2.3 [вміння] – до 45%;
- результат навчання 3.1 [комунікація] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [автономність та відповідальність] – до 5%;

Форми оцінювання студентів:

**семестрове оцінювання:** контроль здійснюється за таким принципом. Навчальний семестр має один змістовний модуль. Після завершення теми №6 проводиться письмова модульна контрольна робота. Обов'язковим для допуску до іспиту є: написання модульної контрольної роботи з кількістю балів не менше 12 та виступу з доповіддю на семінарі.

**підсумкове оцінювання (у формі іспиту):** форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет складається із 2 питань, питання оцінюються по 20 балів. Всього за іспиті можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, оцінка за іспит не може бути меншою **24 балів**.

**умови допуску до підсумкового іспиту:** умовою допуску до іспиту є отримання студентом сумарно не менше, ніж *критично-розрахунковий мінімум 36 балів* за семестр. Студенти, які протягом семестру сумарно набрали меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум **36 балів**, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні написати додаткову контрольну роботу.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі модульних контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті”

## 7.2. Організація оцінювання;

Оцінювання за формами контролю:

	ЗМ	
	Min. – балів	Max. – балів
Модульна контрольна робота	12	20
Виступ на семінарі	15	25
Виконання студентами самостійних робіт	9	15

Орієнтований графік оцінювання:

	Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання
Модульна контрольна робота 1	квітень
Виступ на семінарі	квітень
Виконання студентами самостійних робіт	березень - травень
Добір балів/додаткова контрольна робота та/або доскладання домашніх завдань	травень
Іспит	травень

Розрахунок балів, які студент отримує при успішній здачі заліку:

	Змістовий модуль	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>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

№ з/п	Назва теми	У тому числі	
		Лекції	Самостійна робота
1	Загальні фізичні основи сучасної оптики та нанофотоніки	4	4
2	Оптичні властивості наноматеріалів. Низькорозмірні об'єкти. Квантові ефекти в напівпровідниках.	4	8
3	Композитні матеріали. Фулерени. Вуглецеві нанотрубки. Графен.	4	8
4	Магнітні наночастинки та їх кластери. Практичне використання розсіювання світла на наночастинках.	4	8
5	Фізичні основи фотонних кристалів: <ul style="list-style-type: none"><li>багаторазове відбиття та заломлення в шаруватих структурах;</li><li>дозволені та заборонені зони;</li><li>дефекти ФК та дозволені рівні в забороненій зоні;</li><li>інтерференція в багат шарових структурах</li></ul>	4	12
6	Характеристики метаматеріалів:	6	12

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• від'ємний показник заломлення;</li> <li>• електромагнітні ефекти в «лівих середовищах»;</li> <li>• суперлінза Веселаго.</li> </ul>		
7	Фізичні властивості плазмоніки та наноплазмоніки: <ul style="list-style-type: none"> <li>• поверхневі плазмонні хвилі;</li> <li>• плазмонний резонанс;</li> <li>• теорія Мі розсіювання та поглинання світла;</li> </ul>	4	8
8	Оптика ближнього поля: <ul style="list-style-type: none"> <li>• просторове розрізнення та якість позиціювання;</li> <li>• конфокальна мікроскопія;</li> <li>• скануюча тунельна мікроскопія;</li> <li>• зонди для ОМБП;</li> </ul> керування відстанню між зразком та зондом.	6	12
9	Сучасні технології застосування нанооптики <ul style="list-style-type: none"> <li>• Оптичний пінцет.</li> <li>• Трансформаційна оптика.</li> <li>• Нанорозмірна оптична літографія</li> </ul>	4	8
<b>ВСЬОГО</b>		<b>40</b>	<b>80</b>

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

### **9. Рекомендовані джерела:**

#### **Основні:**

1. Находкін М.Г., Сизов Ф.Ф. Елементи функціональної електроніки. К.: 2002.
2. Єщенко О.А. Плазмоніка. К: Фенікс. 2013. – с. 176.
3. Mitin V.V., Sementsov D.I. An Introduction to Applied Electromagnetics and Optics. CRC Press, 2017 – p. 374
4. Vatarescu A. The Physical Reality of Applied Quantum Optics: Physics versus Mathematics. Cambridge Scholars Pub., 2021 p. – 173
5. Hohenester U. Nano and Quantum Optics: An Introduction to Basic Principles and Theory. Springer, 2020 – p. 655
6. Vianaand M.A.G., Lakshminarayanan V. Symmetry in Optics and Vision Studies: A Data-Analytic Approach, CRC Press, 2020 – p. 209

#### **Додаткові:**

1. Будник М.М., Войтович І.Д., Ільченко В.В., Корсунський В.М. Фізико-технологічні основи наноелектроніки. – Київ, 2015. – 383 с.
2. Stotts L.B. Free Space Optical Systems Engineering: Design and Analysis, Wiley, 2017 – p. 520
3. Wolfe W.L. Rays, Waves and Photons: A compendium of foundations and emerging technologies of pure and applied optics. IOP Publishing Ltd, 2020 – p. 288