

# КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра квантової радіофізики та наноелектроніки

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Заступник декана з навчальної роботи

\_\_\_\_\_ Олексій НЕЧИПОРУК

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 року

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Оптичні інформаційні системи

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

3

Кількість кредитів ECTS

4

Мова викладання

українська,  
англійська

Форма заключного контролю

екзамен

### Викладач:

Ганна КАРЛАШ, кандидат фіз.-мат. наук, завідувач кафедри квантової радіофізики та наноелектроніки.

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

КИЇВ-2022

**Розробник:**

Ганна КАРЛАШ, кандидат фіз.-мат. наук, завідувач кафедри квантової радіофізики та наноелектроніки.

**«ЗАТВЕРДЖЕНО»**

Завідувач кафедри квантової радіофізики  
та наноелектроніки

\_\_\_\_\_ Ганна КАРЛАШ

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 і завдання навчальної дисципліни «Оптичні інформаційні системи»:** ознайомлення студентів з основами теорії оптичних інформаційних систем, включаючи елементи теорії інформації, способи математичної обробки та представлення оптичних сигналів та огляд основних оптоелектронних систем передачі, прийому та обробки інформації. Ознайомлення з сучасними здобутками в області квантових методів обробки інформації, включаючи оптичні методи реалізації квантових криптографічних систем.

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

Навчальна дисципліна «Оптичні інформаційні системи» базується на циклі дисциплін професійної та практичної підготовки бакалавра, а саме: “Оптика”, “Атомна фізика”, “Квантова механіка”, “Статистична фізика” “Методи математичної фізики”, “Оптичні телекомунікаційні технології”, “Основи фотоніки та електроніки”

Попередні вимоги:

*студент повинен знати:* основні закони, співвідношення та теорії хвильової та геометричної оптики, атомної фізики, квантової механіки, статистичної фізики.

*студент повинен вміти:* здійснювати постановку фізичних задач, ідентифікувати практично доцільні підходи до їхнього вирішення та використовувати необхідні в кожному конкретному випадку математичні методи.

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

Розглядаються основні положення теорії оптичних інформаційних систем та способи математичної обробки та представлення оптичних сигналів. Описані принципи побудови та архітектура волоконно-оптичних мереж, розглянуті оптоелектронні обчислювальні системи та системи розпізнавання образів, а також голографічні системи запису та відображення інформації. Проаналізовано принцип побудови квантових комунікаційних систем на основі протоколів квантового розподілу ключів та розглянуто елементну базу оптичних криптографічних систем.

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

- надати студентам базові знання в області оптичних методів обробки інформації – створенні та вдосконаленні оптичних інформаційних систем, включно з сучасними квантовими комунікаційними системами;

- розвивати у студентів науковий стиль мислення для свідомого його застосування при поясненні різноманітних фізичних явищ;

- навчити студентів самостійно і творчо працювати, орієнтуватись у основних проблемах сучасної фізики та наукових підходах до їх розв’язання, використовуючи отримані знання з фізики.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

*Загальні компетентності:*

- ЗК 11. Здатність працювати в команді.

*Фахові компетентності:*

- ФК 1. Здатність брати участь у складанні запитів на виконання наукових та науково-технічних проектів, в тому числі і міжнародних.

- ФК 14. Здатність брати участь у роботі над інноваційними проектами, використовуючи базові моделі дослідницької діяльності.

### **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:	<i>лекція</i>	Усний колоквиум, доповіді та презентації, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	До 50
1.1	основи теорії інформації, способи математичної обробки оптичних сигналів	<i>лекція</i>	=//=	До 7
1.2	фізику поширення світла через оптоволокно, види та способи	<i>лекція</i>	=//=	До 7

	виготовлення оптичних волокон, принцип конструювання волоконно-оптичних систем передачі інформації			
1.3	види оптичних обчислювальних систем (системи паралельної аналогової та цифрової обробки), основи функціонування аналогових, цифрових та гібридних оптичних процесорів	лекція	=//=	До 7
1.4	основи роботи оптичних систем розпізнавання образів	лекція	=//=	До 7
1.5	фізичні основи голографії, види голограм та способи їх використання	лекція	=//=	До 7
1.6	прикладні та принципи роботи систем безпосереднього відображення інформації	лекція	=//=	До 8
1.7	поняття про квантову криптографію, метод квантового розподілу ключів, способи оптичної реалізації квантових криптографічних систем	лекція	=//=	До 7
<b>2</b>	студент повинен <b>вміти</b> :			До 35
2.1	розуміти фізичні принципи та способи функціонування оптичних систем передавання, приймання та обробки інформації	лекційні та самостійні заняття	Усне опитування, доповіді та презентації, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	До 10
2.2	аналізувати та оцінювати ефективність використання оптоелектронних компонентів для побудови оптичних інформаційних систем			До 10
2.3	вміти застосовувати математичні методи обробки оптичних зображень			До 9
2.4	аналізувати фізичні принципи та способи функціонування квантових криптографічних систем			До 8
<b>3</b>	<b>комунікація</b>	лекційні і самостійні заняття		До 5
3.1	здатність бути відповідальним за внесок в роботу команди при вирішенні проблеми	лекційні заняття з використанням роботи у підгрупах	оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	До 5
<b>4</b>	<b>автономність та відповідальність</b>	лекційні і практичні заняття		До 10
4.1	Здатність застосовувати інформаційні ресурси (зокрема електронні) для пошуку потрібної інформації	лекційні та практичні заняття з використанням		До 10

## 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	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	4.1	
ПРН 1. Глибокі знання в галузі сучасної прикладної фізики і фізики наноматеріалів	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
ПРН 13. Представляти і захищати отримані наукові і практичні результати в усній та письмовій формі.												+	+	
ПРН 17. Об'єктивна самооцінка отриманих результатів та спроможність забезпечувати їх надійність.												+	+	

## 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 наступний:

- результати навчання 1.1 – 1.7 [знання] - до 50%;
- результат навчання 2.1 – 2.5 [уміння] – до 35%;
- результат навчання 3.1 – [комунікація] – до 5%;
- результат навчання 4.1 – [автономність та відповідальність] – до 10%.

Форми оцінювання студентів:

**Семестрове оцінювання:** контроль здійснюється за таким принципом. Навчальний семестр має два змістові модулі: у змістовий модуль 1 (ЗМ1) входять теми 1-4, у змістовий модуль 2 (ЗМ2) входять теми 5-8. Після завершення відповідних тем проводяться два усні модульні колоквиуми. Для визначення рівня досягнення результатів навчання, завдання для модульних колоквиумів перевіряють рівень теоретичних знань та уміння аналізувати роботу конкретних фізичних задач. Обов'язковим для допуску до заліку є написання 1-го та 2-го модульних колоквиумів із кількістю балів не менше 5 за кожен позицію та підготовка двох доповідей з кількістю балів не менше 10 за кожен позицію.

**Підсумкове оцінювання (у формі заліку):** форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет іспиту складається із 2 питань, кожна позиція оцінюється від 0 до 20 балів. Всього за залік можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання загалом не менш ніж 60 балів, при цьому оцінка за результатами навчання 2 [уміння] і 4 [автономність та відповідальність] не може бути меншою ніж 50% від максимального рівня, а оцінка за іспит не може бути меншою 30 балів.

**Умови допуску до підсумкового заліку:** умовою допуску до заліку є отримання студентом сумарно не менше, аніж критично-розрахунковий мінімум - 20 балів за семестр. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів, аніж критично-розрахунковий мінімум 20 балів, для одержання допуску до заліку обов'язково повинні підготувати на необхідну граничну кількість балів додаткову доповідь та презентацію за матеріалом відповідного семестру.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

## 7.2. Організація оцінювання:

Оцінювання за формами контролю:

	ЗМ1		ЗМ2	
	Min. – балів	Max. – балів	Min. – балів	Max. – балів
Модульний колоквиум 1	5	10		
Доповідь/презентація	10	20		
Модульний колоквиум 2			5	10
Доповідь/презентація			10	20

## Орієнтований графік оцінювання:

	Орієнтовний період для здійснення відповідної форма оцінювання
Модульний колоквиум 1	початок жовтня
Модульний колоквиум 2	кінець листопада
Доповідь/презентація (2)	протягом семестру
Добір балів/додаткова доповідь	початок грудня
Залік	кінець грудня

## Розрахунок балів, які студент отримує при успішній здачі заліку:

	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Залік	Підсумкова оцінка
Мінімум	10	20	30	60
Максимум	30	30	40	100

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

№ п/п	Назва теми	У тому числі		
		Лекції	Семінарські заняття	Самостійна робота
<b>Змістовий модуль 1.</b>				
1	Історія та особливості функціонування оптичних інформаційних систем. Елементи теорії інформації.	2	-	4
2	Кодування, модуляція та розгортка оптичного випромінювання. Оптична обробка інформації: оптичне перетворення Фур'є,	2	2	8
3	Голографічні схеми. Цифрова голографія. Голографічне розпізнавання образів.	2	2	6
4	Волоконно-оптичні інформаційні системи. Технологія виготовлення та фізичні властивості волокон, архітектура волоконно-оптичних ліній зв'язку	2	2	10
5	Оптичний запис інформації. Оптична пам'ять.	2	2	6
<b>Змістовий модуль 2. .</b>				
6	Оптоелектронні обчислювальні системи. Аналоговий оптичний процесор. Принципи створення цифрового процесора.	4	2	12
7	Оптоелектронні системи розпізнавання образів. Оптоелектронні нейромережі	2	4	12
8	Системи безпосереднього відображення інформації. Рідкокристалічні дисплеї. OLED та AMOLED дисплеї. Плазмові дисплеї. 3D дисплеї	2	2	10
9	Квантові криптографічні системи. Протоколи квантового розподілу ключів. Оптична реалізація систем квантового зв'язку.	2	4	12
<b>Всього</b>		<b>20</b>	<b>20</b>	<b>80</b>

Загальний обсяг	<b>120</b> год., в тому числі:
Лекції	<b>20</b> год.
Семінарські	<b>20</b> год.
Самостійна робота	<b>80</b> год.

## 9. Рекомендовані джерела:

1. Чадюк В.О. Оптоелектроніка від мікро до нано. Передавання, перетворення та приймання оптичного випромінювання, Київ, КПІ імені Ігоря Сікорського, 2019 <https://core.ac.uk/download/pdf/323535563.pdf>
2. Коваль В.М. Оптоелектронні інформаційні системи, конспект лекцій, Київ, КПІ 2020 [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/36430/1/Optoelectrioni\\_inform\\_system\\_konspect.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/36430/1/Optoelectrioni_inform_system_konspect.pdf)

3. Муравський Л.І., Бобицький Я.В., Гаськевич Г.І. Оптичні інформаційні системи. Львів: СПОЛОМ, 2011
4. Warren J. Smith. Modern Optical Engineering. The Design of Optical Systems. 4<sup>th</sup> Ed. SPIE Press, McGraw Hill, 2007
5. Ivan P. Kaminov, Tingye Li, Allan E. Willner, Optical Fiber Telecommunications. V A: Components and Subsystems, Elsevier, 2008
6. Ivan P. Kaminov, Tingye Li, Allan E. Willner, Optical Fiber Telecommunications. V B: Systems and Networks, Elsevier, 2008
7. Xiangang Luo. Engineering Optics 2.0. A Revolution in Optical Theories, Materials, Devices and Systems, Springer, 2019
8. Г.Л. Конончук, В.М. Прокопець, В.В. Стукаленко, Вступ до Фур'є-оптики, К.: ВПЦ «Київський університет», 2010 [http://exp.phys.univ.kiev.ua/ua/Study/Lib/Navch\\_posibnyky/NP%20-%20Fure%20оптыка%20-%20Kononchuk.pdf](http://exp.phys.univ.kiev.ua/ua/Study/Lib/Navch_posibnyky/NP%20-%20Fure%20оптыка%20-%20Kononchuk.pdf)
9. Карлаш Г.Ю. Квантові інформаційні системи, 2018, [rex.knu.ua/for-students/books-for-study/QIS\\_Karlash.pdf](http://rex.knu.ua/for-students/books-for-study/QIS_Karlash.pdf)
10. Kollmitzer C., Pivk M. Applied Quantum Cryptography. –Springer. 2010
11. Feynman R. Quantum mechanical computers // Foundations of Physics, **16** (1986) (6) С. 507-531.