

# 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

**Функціональна оптоелектроніка**

**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

3

Мова викладання

українська

Форма заключного контролю

залік

### **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.

**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 «Функціональна оптоелектроніка»:** ознайомлення студентів з фундаментальними принципами функціонування оптоелектронних пристроїв та оптичними методами обробки інформації. Ознайомлення з особливостями функціонування оптичних вимірювальних та обчислювальних пристроїв та сучасними здобутками в області оптичних інформаційних систем.

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

Навчальна дисципліна «Функціональна оптоелектроніка» базується на циклі дисциплін професійної та практичної підготовки бакалавра, а саме: “Оптика”, “Електрика та магнетизм” “Атомна фізика”, “Квантова механіка”, “Статистична фізика” “Методи математичної фізики”, “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 фундаментальні принципи функціонування оптоелектронних пристроїв, які використовуються в сучасних оптичних інформаційних системах (джерел випромінювання, фотоприймачів, датчиків тощо), способи математичної обробки та представлення оптичних сигналів. Описані фізичні властивості та технологія виготовлення оптичних волокон, розглянуто принципи побудови та архітектуру волоконно-оптичних мереж. Проведено аналіз принципів функціонування оптоелектронних обчислювальних систем та системи розпізнавання образів, а також голографічних систем запису та відображення інформації.

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

- надати студентам базові знання в області функціональної оптоелектроніки – фізичних принципів роботи та особливостей виготовлення та вдосконалення оптоелектронних пристроїв для використання в сучасних оптичних інформаційних системах;
- 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 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			
1	студент повинен знати:	лекція	Усний колоквиум, доповіді та презентації, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	До 50
1.1	види, параметри та характеристики основних пристроїв функціональної оптоелектроніки	лекція	=//=	До 9

1.2	способи математичної обробки оптичних сигналів, способи модуляції та розгортки оптичного сигналу	лекція	=//=	До 8
1.3	фізику поширення світла через оптоволокну, види та способи виготовлення оптичних волокон, принцип конструювання волоконно-оптичних систем передачі інформації	лекція	=//=	До 8
1.4	фізичні основи голографії, види голограм та способи їх використання, голографічні системи зберігання та обробки інформації	лекція	=//=	До 9
1.5	види оптичних обчислювальних систем (системи паралельної аналогової та цифрової обробки), основи функціонування аналогових, цифрових та гібридних оптичних процесорів	лекція	=//=	До 8
1.6	основи роботи оптичних систем розпізнавання образів	лекція	=//=	До 8
<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 оптичних систем розпізнавання образів			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	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 11. Розробляти фізичні основи створення нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів, речовини, технологій.							+	+			+	+
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 студентів:** рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами проведення усних колоквиумів та 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 1-7, у змістовий модуль 2 (ЗМ2) входять теми 8-12. 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 заліку – письмово-усна. Екзаменаційний білет 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 - 30 балів* за семестр. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів, аніж критично-розрахунковий мінімум 30 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:

	<b>ЗМ1</b>		<b>ЗМ2</b>	
	<i>Min. – балів</i>	<i>Max. – балів</i>	<i>Min. – балів</i>	<i>Max. – балів</i>
Модульний колоквіум 1	5	10		
Доповідь/презентація	10	20		
Модульний колоквіум 2			5	10
Доповідь/презентація			10	20

Орієнтований графік оцінювання:

	Орієнтовний період для здійснення відповідної форма оцінювання
Модульний колоквіум 1	початок жовтня
Модульний колоквіум 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
<i>Мінімум</i>	<i>10</i>	<i>20</i>	<i>30</i>	<i>60</i>
<b>Максимум</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>100</b>

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

№ п/п	Назва теми	У тому числі		
		Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
<b>Змістовий модуль 1.</b>				
1	Вступ. Переваги функціональної оптоелектроніки у порівнянні з мікро та наноелектронікою. Оптичні динамічні неоднорідності. Активні та пасивні оптичні континуальні середовища. Класифікація та основні характеристики оптоелектронних пристроїв.	2	-	2
2	Види та основні характеристики джерел випромінювання: теплові та газорозрядні джерела випромінювання, електролюмінесцентні джерела, світлодіоди, твердотільні та напівпровідникові лазери.	4	-	8
3	Параметри та характеристики фотоприймачів. Фоторезистори, фотодіоди, фототранзистори, фотоприймачі на квантових ямах, вакуумні фотоелектронні помножувачі, однофотонні приймачі	4	-	8
4	Параметри та характеристики ПЗЗ та КМОН датчиків зображення, ІЧ та рентгенівські датчики, цифрові камери та сканери.	2	-	4
5	Сонячні батареї. Тонкоплівкові та кристалічні сонячні елементи, сонячні елементи на наночастинках та квантових точках, сонячні модулі, батареї та електростанції.	2	-	4
6	Класифікація оптичних датчиків. Лазерні датчики та спектроаналізатори, оптичні датчики електричного та магнітного поля, електричного струму, тиску та температури, хімічні та біосенсори.	2	-	2

7	Види та характеристики оптронів. Оптрони в аналогових та цифрових схемах	2	-	4
<b>Змістовий модуль 2.</b>				
8	Модуляція та розгортка оптичного випромінювання: електрооптична, акустооптична, магнітооптична, просторово-часова модуляція.	4	-	8
9	Структура та характеристики оптоелектронних вимірювальних систем, методи підвищення чутливості та точності. Лідари, лазерні сканери та гіроскопи.	2	-	4
10	Волоконно-оптичні інформаційні системи. Технологія виготовлення та фізичні властивості волокон, архітектура волоконно-оптичних ліній зв'язку. Вимірювальні та охоронні волоконно-оптичні системи.	2	-	6
11	Оптичний запис інформації. Голографічні схеми. Цифрова голографія. Оптична пам'ять.	2	-	6
12	Оптоелектронні обчислювальні системи. Аналоговий оптичний процесор. Голографічне розпізнавання образів. Принципи створення цифрового процесора.	2	-	4
<b>Всього</b>		<b>30</b>	<b>-</b>	<b>60</b>

Загальний обсяг               **90** год., в тому числі:  
Лекції                               **30** год.  
Самостійна робота           **60** 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. Коцюбинський В.О. Основи оптоелектроніки. Курс лекцій. Івано-Франківськ, 2017 <http://lib.pnu.edu.ua:8080/handle/123456789/2601>
3. Handbook of Optoelectronics Concepts, Devices and Techniques, Vol.1 Ed. by John P. Dakin, Robert G.W. Brown, 2018 by Taylor & Francis Group, LLC
4. Handbook of Optoelectronics, Applied Optical Electronics, Vol.3 Ed. by John P. Dakin, Robert G.W. Brown, 2018 by Taylor & Francis Group, LLC
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. Коваль В.М. Оптоелектронні інформаційні системи, конспект лекцій, Київ, КПІ 2020 [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/36430/1/Optoelectrni\\_inform\\_system\\_konspect.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/36430/1/Optoelectrni_inform_system_konspect.pdf)
9. Optoelectronics. Infrared-Visible-Ultraviolet. Devices and Application. Ed. by Dave Birtalan and William Nunley, 2009 by Taylor & Francis Group, LLC
10. Муравський Л.І., Бобицький Я.В., Гаськевич Г.І. Оптичні інформаційні системи. Львів: СПОЛОМ, 2011