КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем
Кафедра квантової радіофізики та наноелектроніки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Декан

____________ Андрій НЕТРЕБА

«____»____________2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Функціональна оптоелектроніка

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
рівень вищої освіти	другий освітньо-науковий (магістр)
освітньо-наукова програма	"Прикладна фізика та наноматеріали"
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання **денна**
Навчальний рік **2023/2024**
Семестр **2**
Кількість кредитів ECTS **4**
Мова викладання, навчання
та оцінювання **українська**
Форма заключного контролю **іспит**

Викладач: Карлаш Ганна Юріївна, кандидат фізико-математичних наук, завідувач кафедри квантової радіофізики та наноелектроніки.

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. __________(___________) «__»___ 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. __________(___________) «__»___ 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2023

Розробник: Карлаш Ганна Юріївна, кандидат фізико-математичних наук, завідувач кафедри квантової радіофізики та наноелектроніки

"ЗАТВЕРДЖЕНО"
Завідувач кафедри квантової радіофізики та наноелектроніки

______________Ганна КАРЛАШ

Протокол № __ від «___» _______2023 р.

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

Протокол від «____» _____________ 2023 року №___

Голова науково-методичної комісії _____________ Сергій РАДЧЕНКО

«_____» _________________ 2023 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):

1) 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;
2) розвивати у студентів науковий стиль мислення для свідомого його застосування при поясненні різноманітних фізичних явищ;
3) 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 колоквіум, доповіді та презентації, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	До 50
1.1	види, параметри та характеристики основних	*лекція*	=//=	До 9

	пристроїв функціональної оптоелектроніки			
1.2	способи математичної обробки оптичних сигналів, способи модуляції та розгортки оптичного сигналу	*лекція*	=//=	До 8
1.3	фізику поширення світла через оптоволокно, 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
2	студент повинен **вміти**:			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
3	**комунікація**	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
4	**автономність та відповідальність**	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 колоквіумів та за результатами виконання самостійних завдань. Вклад результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні наступний:

- результати навчання 1.1 – 1.6 [**знання**] - до 50%;
- результат навчання 2.1 – 2.4 [**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 колоквіуми. Для визначення рівня досягнення результатів навчання, завдання для модульних колоквіумів 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 колоквіумів із кількістю балів не менше 5 за кожну позицію та підготовка двох доповідей з кількістю балів не менше 10 за кожну позицію.

- **підсумкове оцінювання (у формі іспиту):** форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет складається із 2 питань, кожна позиція оцінюється від 0 до 20 балів. Всього за іспит 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 іспиту:** умовою допуску до іспиту 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:

	ЗМ1		*ЗМ2*	
	Min. балів	*Max. балів*	*Min. балів*	*Max. балів*
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	кінець березня
Модульний колоквіум 2	початок травня
Доповідь/презентація (2)	протягом семестру
Добір балів/додаткова доповідь	кінець травня
Іспит	червень

Розрахунок балів, які студент отримує при успішній здачі заліку:

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

7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
Відмінно / Excellent	90-100%
Добре / Good	75-89%
Задовільно / Satisfactory	60-74%
Незадовільно / Fail	0-59%

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№ п/п	Назва теми	У тому числі		
		Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
	Змістовий модуль 1.			
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.	3	-	3
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	-	10
4	Параметри та характеристики ПЗЗ та КМОН датчиків зображення, ІЧ та рентгенівські датчики, цифрові камери та сканери.	3	-	6

5	Сонячні батареї. Тонкоплівкові та кристалічні сонячні елементи, сонячні елементи на наночастинках та квантових точках, сонячні модулі, батареї та електростанції.	2	-	6
6	Класифікація оптичних датчиків. Лазерні датчики та спектроаналізатори, оптичні датчики електричного та магнітного поля, електричного струму, тиску та температури, хімічні та біосенсори.	4	-	6
7	Види та характеристики оптронів. Оптрони в аналогових та цифрових схемах	2	-	4
Змістовий модуль 2.				
8	Модуляція та розгортка оптичного випромінювання: електрооптична, акустооптична, магнітооптична, просторово-часова модуляція.	4	-	10
9	Структура та характеристики оптоелектронних вимірювальних систем, методи підвищення чутливості та точності. Лідари, лазерні сканери та гіроскопи.	3	-	8
10	Волоконно-оптичні інформаційні системи. Технологія виготовлення та фізичні властивості волокон, архітектура волоконно-оптичних ліній зв'язку. Вимірювальні та охоронні волоконно-оптичні системи.	4	-	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.	3	-	8
	Всього	**38**	**-**	**81**

Загальний обсяг **120** год., в тому числі:
Лекцій **– 38** год.
Консультації – **1** год.
Самостійна робота **- 81** 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
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, Devises 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, Devises and Systems, Springer, 2019
8. Snyder A., Love J. Optical Waveguide Theory. - Springer Science & Business Media, 1983
9. Коваль В.М. Оптоелектронні інформаційні системи, конспект лекцій, Київ, КПІ 2020
10. Optoelectronics. Infrared-Visible-Ultraviolet. Devises and Application. Ed. by Dave Birtalan and William Nunley, 2009 by Taylor & Francis Group, LLC
11. Муравський Л.І., Бобицький Я.В., Гаськевич Г.І. Оптичні інформаційні системи. Львів: СПОЛОМ, 2011