

# 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

Оптоелектроніка та волоконна оптика

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

обов'язкова

Форма навчання

денна

Навчальний рік

2022/2023

Семестр

1

Кількість кредитів ECTS

3

Мова викладання

українська

Форма заключного контролю

іспит

### Викладачі:

Володимир ОВЕЧКО, доктор фіз.-мат. наук, професор кафедри електрофізики.

Михайло ПЕТРИЧУК, доктор фіз.-мат. наук, доцент кафедри електрофізики.

Пролонговано:

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

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

КИЇВ – 2022

**Розробник:**

Володимир ОВЕЧКО, доктор фіз.-мат. наук, професор кафедри електрофізики

Михайло ПЕТРИЧУК, доктор 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

Навчальна дисципліна «Оптоелектроніка та волоконна оптика» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «магістр» галузі знань 10 Природничі науки спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Дана дисципліна входить у блок обов'язкових компонент освітньої програми.

Викладається у I семестрі (1 року навчання) в обсязі 90 год. (3 кредити ECTS) зокрема: лекції – всього 30 год., самостійна робота – 60 год. У курсі передбачено 2 змістових модулі. Дисципліна завершується іспитом.

**1. Мета дисципліни** – ознайомлення та оволодіння сучасним рівнем знань про сучасний стан оптоелектроніки і волоконної оптики, фізичні основи оптоелектронних технологій, ознайомлення студентів з теоретичними та експериментальними методами розробки сучасних гібридних оптичних та оптоелектронних елементів і систем реєстрації, запам'ятовування, обробки і передачі інформації.

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

Навчальна дисципліна «Оптоелектроніка та волоконна оптика» базується на циклі дисциплін професійної та практичної підготовки, зокрема, загальна фізика: «Електрика», «Оптика», «Атомна фізика», а також «Квантова механіка», «Електродинаміка», «Квантова та напівпровідникова електроніка».

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

Курс „Оптоелектроніка та волоконна оптика” , складається двох блоків: 1) теоретичні методи розрахунку, принципи побудови і функціонування оптоелектронних елементів і систем; 2) теоретичні методи розрахунку, принципи побудови і функціонування лазерних оптоволоконних систем для застосування в якості ВОЛЗ ( волоконно-оптичних ліній зв'язку ) а також датчиків і сенсорів у різних галузях науки, техніки, технологіях і побуті.

### **4. Завдання (навчальні цілі):**

- надати основні відомості з спецкурсу „Оптоелектроніка та волоконна оптика”, для студентів – магістрів, що складає важливу частину нормативного курсу за спеціальністю «Прикладна фізика і наноматеріали»;
- навчити застосовувати теоретичні знання до розв'язання практичних та експериментальних задач;
- сприяти розвитку логічного і аналітичного мислення у студентів, застосуванню знань, навичок і комунікацій у подальшій професійній діяльності.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

*Загальні компетентності:*

- ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК 3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК 4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК 5. Здатність спілкуватися іноземною мовою.
- ЗК 9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

*Фахові компетентності:*

- ФК 1. Здатність брати участь у складанні запитів на виконання наукових та науково-технічних проектів, в тому числі і міжнародних.
- ФК 2. Здатність брати участь у плануванні методики проведення та матеріального забезпечення експериментів та лабораторних досліджень.
- ФК 3. Здатність брати участь у проведенні експериментальних досліджень властивостей фізичної системи, фізичних явищ і процесів.
- ФК 4. Здатність брати участь у виготовленні зразків матеріалів та об'єктів дослідження.
- ФК 5. Здатність брати участь у розробці схем фізичних експериментів та обранні необхідного обладнання та пристроїв для проведення експерименту.
- ФК 6. Здатність брати участь у обробленні та оформленні результатів експерименту.
- ФК 7. Здатність брати участь в роботі колективів виконавців, у тому числі у міждисциплінарних проектах
- ФК 8. Здатність брати участь у формуванні запитів щодо матеріально-технічного

забезпечення досліджень.

- ФК 9. Здатність до постійного поглиблення знань в галузі прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій

- ФК 13. Здатність брати участь у роботах зі складання наукових звітів та у впровадженні результатів проведених досліджень та розробок.

### 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>студент повинен знати:</b>	лекційні заняття, самостійна робота	Захист рефератів	до 50
1.1	Сучасний рівень розвитку оптоелектронних і волоконно-оптичних технологій. Переваги і недоліки засобів оптичної обробки інформації	2		
1.2	Шляхи взаємного перетворення оптичної інформації і електронних сигналів	4	10	
1.3	Застосування оптичного випромінювання як елемента інформаційних технологій.	2		
1.4	Характеристики фотоприймачів та області застосування	2	10	
1.5	Характеристики континуальних середовищ та методи керування їх параметрами.	3	10	
1.6	Сонячні елементи. Сучасний стан сонячної енергетики.	2		
1.7	Методи розрахунку планарних хвильоводів і структур	2	10	
1.8	Методи розрахунку циліндричних хвильоводів	4		
1.9	Методи розрахунку міжволоконних зв'язків	2		
1.10	Структури і елементи ВОЛЗ (волоконно-оптичних ліній зв'язку)	2		
1.11	Сенсори і датчики на базі оптичних волокон і планарних структур	3	10	
1.12	Лазери і лазерні волоконно-оптичні елементи	2	10	
<b>2</b>	<b>студент повинен вміти:</b>	лекційні заняття, самостійна робота	реферати	до 35
2.1	Застосувати методи геометричної оптики для розрахунку оптоелектронних структур	1	1	
2.2	Формулювати вимоги до потенційно використовуваних пристроїв	1	1	
2.3	Розраховувати енергетичну ефективність оптоелектронних систем	1	1	
2.4	Розраховувати швидкодію оптоелектронних систем	1	1	
2.5	Застосувати методи хвильової оптики для розрахунку планарних хвильоводів	1	1	
2.6	Застосувати методи хвильової оптики для розрахунку планарних структур	1	1	
2.7	Застосувати методи хвильової оптики для розрахунку циліндричних хвильоводів	1	1	
2.8	Застосувати методи хвильової оптики для розрахунку міжволоконних зв'язків	1	1	
<b>3</b>	<b>комунікація</b>	лекції, реферати	захист робіт	до 5
3.1	здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування			



спроможність забезпечувати їх надійність .																				
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 написання письмових колоквиумі та контрольних робіт і за результатами виконання самостійних завдань. Внесок результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні і успішної здачі всіх лабораторних робіт наступний:

- результати навчання 1.1 – 1.12 [знання] до 50 %;
- результати навчання 2.1 – 2.8 [вміння] 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 2 змістовних модулі: у змістовий модуль 1 (ЗМ1) входять теми з розділу «Функціональна Оптоелектроніка», у змістовий модуль 2 (ЗМ2) входять теми з розділу «Волоконна оптика». Для визначення рівня знань кожен студент готує і захищає два реферати по вибраній тематиці.

**підсумкове оцінювання (у формі іспиту):** форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет іспиту 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 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, аніж *критично-розрахунковий мінімум 35 балів* за семестр. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум 35 балів, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні написати на необхідну порогову кількість балів додаткову контрольну роботу за матеріалом відповідного семестру та доскладають домашні завдання для підвищення балів за виконання самостійної роботи.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі модульних контрольних робіт 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
Захист реферату 1	10	20		
Захист реферату 2			10	20

Орієнтований графік оцінювання:

	Орієнтовний період для здійснення відповідної форма оцінювання
Захист реферату 1	жовтень
Захист реферату 2	листопад
Добір балів/додаткова контрольна робота та/або доскладання домашніх завдань	грудень
Іспит	Грудень, за графіком

Розрахунок балів, які студент отримує при успішній здачі іспиту:

	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Іспит	Підсумкова оцінка
--	--------------------	--------------------	-------	-------------------

<i>Мінімум</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>24</i>	<i>60</i>
<b>Максимум</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>100</b>

### 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.

### ТЕМА 1 – Вступ. Оптоелектроніка як розділ функціональної електроніки

Оптоелектроніка як частина функціональної електроніки. Історія оптоелектроніки. Переваги функціональної оптоелектроніки у порівнянні з мікро- та наноелектронікою і недоліки оптоелектроніки. Активні та пасивні оптичні континуальні середовища. Класифікація та основні характеристики оптоелектронних пристроїв.

### ТЕМА 2 – Джерела світла

Оптичне випромінювання як елемент інформаційних технологій. Джерела світла для оптоелектроніки.

### ТЕМА 3 - Фотоприймачі

Фотоприймачі. Їх характеристики та області застосування.

### ТЕМА 4\_- Континуальні середовища

Континуальні середовища. Характеристики континуальних середовищ та методи керування їх параметрами.

### ТЕМА 5 - Перетворення оптичних зображень

Отримання і перетворення оптичних зображень. Голографія.

### ТЕМА 6\_- Прилади оптоелектроніки

Оптрони. Сенсори. Оптичний запис інформації.

### ТЕМА 7– Вступ. Волоконні та багат шарові планарні системи. Волоконно-оптичні лінії.

### ТЕМА 8 – Теорія планарних хвильоводів.

### ТЕМА 9 – Теорія циліндричних хвильоводів.

### ТЕМА 10 – Міжволоконні зв'язки для систем модуляції, трансформації і контролю.

### ТЕМА 11 - Сенсори і датчики на базі оптичних волокон.

### ТЕМА 12– Волоконні лазери і лазерні підсилювачі .

## Тематичний план лекційних та практичних (семінарських) занять

№ лекції (практ. заняття)	Назва лекції, тема практичного заняття	Лекції (год)	Сам. робота(год.)
1	Вступ. Оптоелектроніка як розділ функціональної електроніки	2	4
2	Джерела світла	2	6

3	Фотоприймачі	3	6
4	Континуальні середовища	2	4
5	Перетворення оптичних зображень	2	4
6	Прилади оптоелектроніки	4	6
7	Вступ. Волоконні та багат шарові планарні системи	2	4
8	Теорія планарних хвильоводів	2	4
9	Теорія циліндричних хвильоводів	4	6
10	Міжволоконні зв'язки	2	6
11	Сенсори і датчики на базі оптичних волокон	3	4
12	Волоконні лазери і лазерні підсилювачі	2	6
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>30</b>	<b>60</b>

Загальний обсяг **90** год., в тому числі:

Лекції **30** год.

Самостійна робота **60** год.

### **9. Рекомендована література:**

#### **Основні джерела**

1. Marcuse D. Light Transmission Optics. – Princeton, New Jersey, 1972.
2. Snyder A., Love J. Optical Waveguide Theory. - Springer Science & Business Media, 1983.
3. Чадюк В. Оптоелектроніка: від макро до нано. Навч. посібник. т.1 (кн. 1,2).- КПІ, 2012.
4. Чадюк В. Оптоелектроніка: від макро до нано. Навч. посібник. т.2 (кн. 1,2).- КПІ, 2018-2019.
5. Козярьський І. Фотоелектроніка та оптоелектронні прилади. Навч. посібник.- ЧНУ, 2019.
6. Зеленовський П. Основы интегральной и волоконной оптики. - УФУ, 2019.

#### **Додаткові джерела:**

7. Гончаренко А., Карпенко В. Основы теории оптических волноводов. - Едиториал УРСС, 2004.
8. Ільченко С. Дисертація PhD : «Оптичні резонансні властивості метал-діелектричних багат шарових наноструктур». - К., 2021.
9. М.К. Samokhvalov. Elements and devices of optoelectronics. ISBN 5-89146, 2003.
10. С.В. Свечников. Элементы оптоелектроніки. Видавництво: Радянське радіо, 1971