Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Навчально-науковий інститут лазерної та біомедичної інженерії
(повна назва)
Кафедра Фізичних основ електронної техніки
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. директора ННІ ЛБІ
_____ Олександр ГАЛАТ
« 27 » серпня 20 26 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Комп'ютерна фотоніка»
(назва навчальної дисципліни)
рівень вищої освіти магістерський
(бакалаврський, магістерський, освітньо-науковий)

спеціальність G6 Інформаційно-вимірювальні технології
(код і повна назва спеціальності)

освітньо- професійна програма
(професійна або наукова)
«Інженерія оптоінформаційних та лазерних систем»
(повна назва програми)

Харків – 2026 р.

Розробник(и): Є.М. Одаренко, професор каф.ФОЕТ, д. ф.-м. н., с.н.с
(ініціали, прізвище, посада, науковий ступінь, вчене звання)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри ФОЕТ

Протокол від « 27 » серпня 2026 р. № 9

Завідувач кафедри _____ Олександр ГНАТЕНКО
(підпис) (Власне ім'я, прізвище)

Гарант освітньої програми _____ Євген ОДАРЕНКО
(підпис) (Власне ім'я, прізвище)

Схвалено методичною комісією ННІ ЛБІ

Протокол від «27» серпня 2026 р. № 5

Голова методичної комісії _____ Олександр ГАЛАТ
(підпис) (Власне ім'я, прізвище)

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни*</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів ЄКТС* - 5</td><td colspan="2">Вибіркова</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Змістових модулів – 3</td><td colspan="2">Рік підготовки</td></tr>
<tr><td>1-й</td><td>1-й</td></tr>
<tr><td>Індивідуальних завдань*:
РГЗ та КР __0_____
курс. робота (проєкт)_0___</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Загальна кількість годин* – 150</td><td>2-й</td><td>2-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Кількість годин</td></tr>
<tr><td>55</td><td>35</td></tr>
<tr><td colspan="2">Навчальні заняття:
1) лекції, год</td></tr>
<tr><td rowspan="13">Мова навчання
українська</td><td>30</td><td>10</td></tr>
<tr><td colspan="2">2) практичні, год</td></tr>
<tr><td>16</td><td>6</td></tr>
<tr><td colspan="2">3) лабораторні, год</td></tr>
<tr><td>4</td><td>4</td></tr>
<tr><td colspan="2">4) консультації, год</td></tr>
<tr><td>5</td><td>15</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота, год</td></tr>
<tr><td>95</td><td>115</td></tr>
<tr><td colspan="2">в тому числі: 1) РГЗ та КР., год</td></tr>
<tr><td></td><td>2</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">2) курсова робота(проект), год</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Вид контролю: __екзамен _</td></tr>
</table>

Примітка.

* Відомості з навчального плану.

2. МЕТА ДИСЦИПЛІНИ ТА ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ З ЇЇ ВИВЧЕННЯ

2.1 Мета вивчення дисципліни:

Знання закономірностей взаємодії електромагнітного поля оптичного та терагерцового діапазонів частот із хвилеводними та резонансними фотонно-кристалічними структурами та сучасних засобів комп'ютерного моделювання пристроїв фотоніки та оптоелектроніки.

2.2 Результати навчання:

за результатом вивчення дисципліни студенти повинні:

знати:

– основні закономірності розповсюдження хвильових процесів в оптичних лініях передачі;

– властивості різноманітних конструкцій оптичних хвилеводів та резонаторів;

– основні закономірності взаємодії оптичного випромінювання з фотонно-кристалічними структурами різної розмірності.

вміти:

– використовувати отримані знання для правильного вибору конфігурації, розрахунку характеристик та проектування фотонно-кристалічних пристроїв та їх експлуатації;

– застосовувати сучасні методи та програмні засоби для побудови вірогідних комп'ютерних моделей нових приладів та пристроїв фотоніки та оптоелектроніки;

– здійснювати фізичну інтерпретацію отриманих результатів в контексті застосування пристроїв фотоніки для побудови інформаційно-вимірювальних систем.

Перелік сформованих компетентностей (відповідно до освітньо-професійної програми):

загальні компетентності:

ЗК1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК4. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК6. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК8. Здатність працювати в міжнародному контексті.

спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

ФК3. Знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів експериментальної інформатики.

ФК4. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення науково-технічних завдань метрології та інформаційно-вимірювальної техніки.

ФК7. Здатність застосовувати комплексний підхід до вирішення експериментальних завдань із застосуванням засобів інформаційно-вимірювальної техніки та прикладного програмного забезпечення.

ФК14. Здатність розробляти фізично та математично обґрунтовані моделі складних оптоелектронних систем та проектувати лазерне метрологічне обладнання.

ФК17. Здатність продемонструвати сучасні знання побудови систем лазерної та оптоелектронної техніки.

ФК19. Здатність дотримуватись професійної та академічної доброчесності при провадженні професійної діяльності.

Програмні результати навчання:

ПРН1. Знати і розуміти сучасні методи наукових досліджень, організації та планування експерименту, комп'ютеризованих методів дослідження та опрацювання результатів вимірювань.

ПРН3. Розуміти міждисциплінарні зв'язки та контексти спеціальності.

ПРН8. Володіти сучасними методами та методиками проектування і дослідження, а також аналізу отриманих результатів.

ПРН15. Вміти користуватися відкритими науковими базами даних, «хмарними» та інтернет-технологіями та іншими сучасними джерелами інформації.

ПРН17. Вміти розробляти вірогідні фізичні та математичні моделі оптоелектронних елементів інформаційно-вимірювальних систем та користуватися ними для розроблення новітніх приладів та пристроїв.

ПРН20. Вміти застосовувати сучасні інформаційно-вимірювальні технології для досягнення Цілей Сталого Розвитку.

ПРН21. Знати принципи академічної доброчесності та мати навички їх застосування.

2.3 Передумови для вивчення дисципліни:

Передумовою вивчення дисципліни є раніше здобуті компетентності та результати навчання, що перевіряються під час єдиного фахового вступного випробування зі спеціальності на основі Програми фахового вступного випробування, що затверджується головою приймальної комісії ХНУРЕ.

Загальна структура предметного тесту передбачає чотири основних розділи: Сучасні методи вимірювань та обробки результатів вимірювання, Основи технічного регулювання, Вища математика, Основи електротехніки та електроніки.

3 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Базові поняття фотоніки

Тема 1. Хвильові процеси у класичному та квантовому розумінні.

Тема 2. Фізичні властивості і засоби збудження об’ємних та поверхневих хвиль.

Змістовий модуль 2. Фотонно-кристалічні структури для локалізації та передачі електромагнітної енергії

Тема 1. 1D, 2D, 3D фотонні кристали. Поляризаційні властивості. Дисперсія. Фотонна заборонена зона.

Тема 2. Фотонно-кристалічні хвилеводи і резонатори.

Змістовий модуль 3. Комп’ютерне моделювання фотонно-кристалічних структур

Тема 1. Пакет MIT Photonic Bands (MPB).

Тема 2. Пакет MIT Electromagnetic Equation Propagation (MEEP).

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лб	конс	с.р.		л	п	лб	конс	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Базові поняття фотоніки												
Тема 1. Хвильові процеси у класичному та квантовому розумінні.	17	4	2		1	10	19	1	1		2	15
Тема 2. Фізичні властивості і засоби збудження об'ємних та поверхневих хвиль.	19	6	2		1	10	21	2	1		3	15
Разом за змістовим модулем 1	**36**	**10**	**4**		**2**	**20**	**40**	**3**	**2**		**5**	**30**
Змістовий модуль 2. Фотонно-кристалічні структури для локалізації та передачі електромагнітної енергії												
Тема 1. 1D, 2D, 3D фотонні кристали. Поляризаційні властивості. Дисперсія. Фотонна заборонена зона.	17	5	2			10	19	1	1		2	15
Тема 2. Фотонно-кристалічні хвилеводи і резонатори.	25	5	4		1	15	26	2	1		3	20
Разом за змістовим модулем 2	**42**	**10**	**6**		**1**	**25**	**45**	**3**	**2**		**5**	**35**
Змістовий модуль 3. Комп'ютерне моделювання фотонно-кристалічних структур												
Тема 1. Пакет MIT Photonic Bands (MPB).	**38**	6	4	2	1	25	32	2	1	2	2	25
Тема 2. Пакет MIT Electromagnetic Equation Propagation (MEEP).	**34**	4	2	2	1	25	33	2	1	2	3	25
Разом за змістовим модулем 3	**72**	**10**	**6**	**4**	**2**	**50**	**65**	**4**	**2**	**4**	**5**	**50**
Усього годин за семестр	**150**	**30**	**16**	**4**	**5**	**95**	**150**	**10**	**6**	**4**	**15**	**115**

5 ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна

1	Розрахунок параметрів електромагнітних хвиль в матеріальних середовищах.	2	1
2	Фізичні властивості просторово-періодичних середовищ.	2	1
3	Розрахунок дисперсійних характеристик фотонних кристалів різної розмірності.	4	1
4	Фізичні властивості та комп'ютерне моделювання фотонно-кристалічних хвилеводів.	4	2
5	Фізичні властивості та комп'ютерне моделювання фотонно-кристалічних резонаторів.	4	1
	Разом	**16**	**6**

6 ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Розрахунок впливу параметрів фотонного кристалу на його дисперсійні характеристики на основі використання пакету MIT Photonic Bands	4	4
	Разом	**4**	**4**

7. САМОСТІЙНА РОБОТА

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Вивчення теоретичного матеріалу з використанням конспектів лекцій і навчальної літератури	20	30
2	Підготовка до лабораторних занять	6	6
3	Підготовка до практичних занять	20	20
4	Поняття фазової та групової швидкості хвиль в лініях передачі	2	2
5	Основні фізичні закономірності інтерференційних явищ.	4	4
6	Принципи побудови фотонно-кристалічних пристроїв різної розмірності.	8	8
7	Одновимірні та двовимірні фотонні кристали. Дисперсія. Поняття фотонної забороненої зони.	20	25
8	Принципи побудови керувальних файлів для пакетів комп'ютерного моделювання MPB та MEEP.	15	20
	Загальна кількість	**95**	**115**

8 ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

8.1 Згідно з навчальним планом розрахунково-графічні завдання (РГЗ) та контрольні роботи (КР) не заплановано.

8.2 Згідно з навчальним планом курсова робота (проєкт) не запланована.

9. МЕТОДИ НАВЧАННЯ ТА ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ

1. Основні методи навчання – словесний (лекція), практичний (проведення практичних занять), робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування, рецензування, складання реферату).

2. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- екзамен;
- стандартизовані тести;
- студентські презентації та виступи на наукових заходах.

10 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА РЕЙТИНГОВА ОЦІНКА ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ

10.1 Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Формою підсумкового контролю для дисципліни є семестровий (письмовий або комбінований) екзамен, підсумкова оцінка $O_{\text{д}}^{\text{екз}}$ обчислюється за формулою: $O_{\text{д}}^{\text{екз}} = 0,6 \cdot O_{\text{сем}} + 0,4 \cdot O_{\text{екз}}$, де $O_{\text{сем}}$ – оцінка за семестр у 100-бальній системі, $O_{\text{екз}}$ – оцінка за екзамен у 100-бальній системі.

Вид заняття / контрольний захід	Оцінка $O_{\text{сем}}$
Пз № 1-3	(5…10) ×3= 15…30
Контрольна точка 1	**15…..30**
Пз № 4-5	(5…10) ×2= 10…20
Лб №1	35…50
Контрольна точка 2	**45…..70**
Всього за семестр	**60…..100**

10.2 Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки.

1. Класифікація діапазонів електромагнітного випромінювання. Особливості оптичного діапазону.
2. Основні характеристики електромагнітних хвиль. Фазова та групова швидкість. Поляризація.
3. Фізичні умови для формування об’ємних та поверхневих неоднорідних хвиль в оптичному діапазоні.
4. Одномодові та багатомодові режими оптичних хвилеводів. Поняття основної моди.
5. Періодичні структури різної розмірності. Фотонні кристали.
6. Особливості спектральних характеристик фотонних кристалів. Фотонні заборонені зони.
7. Основні принципи побудови оптичних хвилеводів та резонаторів на основі брегівських структур та багатовимірних фотонних кристалів.
8. Частотні та поляризаційні характеристики фотонно-кристалічних структур.
9. Основні чисельні методи для комп’ютерного моделювання фотонно-кристалічних структур.
10. Основні принципи застосування комп’ютерного пакету MPB для розрахунку дисперсійних характеристик фотонно-кристалічних структур.

11. Основні принципи застосування комп’ютерного пакету MPB для розрахунку просторового розподілу компонентів електромагнітних полів власних режимів фотонно-кристалічних структур.
12. Основні принципи застосування комп’ютерного пакету MEEP для розрахунку електродинамічних характеристик пристроїв фотоніки.

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки.

1. Уміти визначати фізичні характеристики хвильових процесів на основі їх електродинамічного представлення.
2. Уміти розраховувати власні частоти та добротність оптичних резонаторів на основі їх спектральних характеристик.
3. Уміти користуватися дисперсійними діаграмами фотонних кристалів різної розмірності.
4. Уміти ідентифікувати робочі моди фотонно-кристалічних хвилеводів та резонаторів на базі просторового розподілу електромагнітного поля.
5. Уміти розраховувати дисперсійні характеристики одновимірних та двовимірних фотонних кристалів на основі використання комп’ютерного пакету MPB.
6. Уміти розраховувати електродинамічні характеристики фотонно-кристалічних пристроїв на основі використання комп’ютерного пакету MEEP.
7. Уміти формувати схеми фотонно-кристалічних хвилеводів та резонаторів на основі відомостей про спектральні характеристики складових елементів.

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру.

Задовільно, D, E (60-74). Мати необхідний мінімум знань і умінь. Відпрацювати всі практичні заняття та лабораторні роботи. Знати основні принципи побудови фотонно-кристалічних хвилеводів та резонаторів.

Добре, C (75-89). Твердо знати мінімум. Відпрацювати всі практичні заняття та лабораторні роботи. Знати основні фізичні принципи локалізації електромагнітної енергії в хвилеводних та резонансних фотонно-кристалічних структурах. Вміти застосовувати пакет MPB для розрахунку дисперсійних характеристик фотонних кристалів.

Відмінно, A, B (90-100). Знати всі теми. Вільно орієнтуватися в рекомендованих підручниках. Володіти основними методами розрахунку електродинамічних характеристик фотонно-кристалічних структур на основі використання пакетів MPB та MEEP.

Здобувачам вищої освіти, які в день, визначений за розкладом для складання контрольного заходу, отримали оцінки «не зараховано», «незадовільно» або позначки «не з’явився/не з’явилася» може бути надано право покращення результатів підсумкового контролю з відповідного освітнього компонента незалежно від кількості отриманих незадовільних оцінок з інших дисциплін в період екзаменаційної сесії, тобто перескладання екзамену протягом екзаменаційної сесії відповідно до графіків консультацій викладачів, встановлених кафедрою. Оцінка, отримана при повторному складанні контрольного заходу, вважається як отримана здобувачем вищої освіти поза терміном, за виключенням випадків навчання здобувачів вищої освіти за індивідуальним графіком виконання ІНП.

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
96-100	**A**	відмінно	зараховано
90-95	**B**		
75-89	**C**	добре	
66-74	**D**	задовільно	
60-65	**E**		
35-59	**FX**	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	**F**	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11 МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

11.1 Базова література

1. Saleh B.E.A., Teich M.C. Fundamentals of Photonics. Third Edition. Wiley, 2019.
2. Photonic Crystals: Physics and Technology / Edited by C. Sibilia, T.M. Benson, M. Marciniak, T. Szoplik. – Springer, 2008.
3. Okamoto K. Fundamentals of Optical Waveguides. Second Edition. Elsevier, 2006.
4. J. Joannopoulos, S. Johnson, J. Winn, R. Meade. Photonic Crystals. Molding the Flow of Ligth. – Princeton University Press, 2008.
5. Qihuang Gong, Xiaoyong Hu. Photonic Crystals. Principles and Applications. – CRC Press. Taylor & Francis Group, 2013.
6. Photonic Crystals. Advances in Design, Fabrication, and Characterization / edited by K. Busch, S. Lolkes, R. Wehrspohn, and H. Foll. – Weiheim: Wiley-VCH, 2004.

11.2 Допоміжна література

1. Wartak M.S. Computational Photonics. An Introduction with MATLAB. Cambridge University Press, 2013.
2. Photonic Microresonator. Research and Applications / edited by I. Chremmos, O. Schwelb, N. Uzunoglu. – Springer, 2010.

11.3 Методичні вказівки до різних видів занять

1. Комплекс навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни "Біофотоніка" підготовки магістра спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка», освітня програма «Фотоніка та оптоінформатика» [Електронний ресурс] / ХНУРЕ ; розроб. Є.М. Одаренко. – Харків, 2018. – 254 с. http://catalogue.nure.ua/knmz.

12 ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Спеціалізований пакет MIT Photonic Bands.
2. Спеціалізований пакет MIT Electromagnetic Equations Propagation.
3. Науковий портал https://nanohub.org/

.