

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра квантової радіофізики

**ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Перший проректор

\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 р.

Програма навчальної дисципліни

**ОСНОВИ РАДІООПТИКИ**

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

(шифр, назва спеціальності)

спеціалізація квантова радіофізика та фотоніка

(шифр, назва спеціалізації)

факультет радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

2017 / 2018 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

Протокол від “ 21 ” червня 2017 року № 6

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)

завідувач кафедри квантової радіофізики, д.ф.-м.н., професор Маслов Вячеслав Олександрович

Програму схвалено на засіданні кафедри квантової радіофізики

Протокол від “ 21 ” червня 2017 року № 10

Завідувач кафедри квантової радіофізики

\_\_\_\_\_ проф. Маслов В.О.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією

факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

Протокол від “ 16 ” червня 2017 року № 6

Голова методичної комісії факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

\_\_\_\_\_ (проф. Черногор Л. Ф.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни **“Основи радіооптики”** складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки

бакалавр

(назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальності 105 – прикладна фізика та наноматеріали

спеціалізації

квантова радіофізика та фотоніка

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є

забезпечення відповідним сучасним вимогам знань студентів про питання електромагнітної теорії світла, інтерференції, дифракції хвильових пучків. Основна увага приділена властивостям окремих оптичних елементів, до яких відносяться ділянка вільного простору, лінза, дзеркало, дифракційні ґрати, зонна пластинка Френеля. Викладаються фізичні основи аналізу, перетворення і синтезу хвильових полів, ідеї і методи фур'є-оптики.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є

роз'яснити студентам аналогію між електричними і оптичними системами і цим сприяти більше швидкому оволодінню ними новим науковим напрямком.

1.3. Кількість кредитів – 4

1.4. Загальна кількість годин – 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
За вибором
Денна форма навчання
Рік підготовки
3-й
Семестр
6-й
Лекції
32 год.
Практичні, семінарські заняття
32 год.
Лабораторні заняття
Самостійна робота
56 год.
Індивідуальні завдання

### 1.6. Заплановані результати навчання

знати: принципи формування і поширення світлових пучків у різноманітних оптичних системах і передавальних середовищах, сучасні способи запису й обробки оптичної інформації;

вміти: здійснювати розрахунки параметрів і характеристик основних радіооптичних елементів.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### РОЗДІЛ 1. ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ТЕОРІЯ СВІТЛА. ІНТЕРФЕРЕНЦІЯ СВІТЛА.

#### Тема 1. Світлові хвилі у вакуумі.

Вимірювання швидкості світла. Хвильове рівняння. Плоскі і сферичні гармонійні хвилі. Квазіплоскі і квазігармонічні хвилі.

#### Тема 2. Поляризація світла.

Поперечність світлової хвилі. Стани поляризації плоскої гармонійної хвилі. Параметри Стокса. Сфера Пуанкаре. Вектор Джонса.

#### Тема 3. Енергія світла.

Потік енергії у світловій хвилі. Інтенсивність світла. Енергетичні характеристики світлових пучків і імпульсів. Порівняльні характеристики лазерного і сонячного світла.

#### Тема 4. Інтерференція світла.

Інтерферометр Майкельсона. Смоги рівного нахилу і рівної товщини. Кільця Ньютона. Багатопроменева інтерференція. Інтерферометр і еталон Фабрі-Перо. Власні моди й добротність лазерного резонатора.

### РОЗДІЛ 2. ДИФРАКЦІЯ СВІТЛА. ФУР'Є-АНАЛІЗ РАДІООПТИЧНИХ СИСТЕМ.

#### Тема 1. Дифракція світла.

Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракційний інтеграл Френеля. Його нормировка. Зони Френеля. Число Френеля. Дифракційна довжина світлового пучка. Близня і далека зони дифракції. Дифракційна расходимість пучка в далекій зоні. Фокусування світла як дифракційне явище.

#### Тема 2. Теорія дифракції Кірхгофа.

Рівняння Гельмгольца. Теорема Гріна. Інтегральна теорема Гельмгольца-Кірхгофа. Граничні умови Кірхгофа. Дифракційний інтеграл Кірхгофа-Гельмгольца.

#### Тема 3. Перетворення Фур'є.

Пряме і зворотне перетворення Фур'є. Застосування перетворень Фур'є до експонентної і східчастої функцій. Застосування перетворень Фур'є до функції Дірака, функції Хевисайда й функції Гауса.

#### Тема 4. Властивості перетворення Фур'є.

Властивості перетворення Фур'є: лінійність, дворазове перетворення, парність-непарність, комплексно-комплексно-сполучених функцій. Теорема масштабів. Теорема зсуву. Пряме перетворення Фур'є спектральної щільності сигналів. Формула Релея. Функції кореляції. Згортка функцій. Добуток двох функцій. Двовимірне перетворення Фур'є в прямокутній системі координат. Двовимірне перетворення Фур'є в циліндричній системі координат. Перетворення Френеля.

#### Тема 5. Дифракція слабкорозбіжних пучків.

Наближення Френеля в теорії дифракції. Умови застосовності наближення Френеля. Дифракція Френеля на круглому отворі.

#### Тема 6. Дифракція в далекій зоні.

Стійка картина дифракції в далекій зоні. Дифракція Фраунгофера як просторове перетворення Фур'є. Дифракція Фраунгофера на одновимірних і двовимірних структурах.

Лінзи як елементи, що виконують перетворення Фур'є. Дифракційні решітки як елементи, що виконують перетворення Фур'є.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб.	інд.	с. р.	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Розділ 1. Електромагнітна теорія світла. Інтерференція світла.</b>						
Тема 1. Світлові хвилі у вакуумі.	16	6	2			8
Тема 2. Поляризація світла.	16	6	2			8
Тема 3 Енергія світла.	16	6	2			8
Тема 4. Інтерференція світла.	16	6	2			8
Разом за розділом 1	<b>64</b>	<b>24</b>	<b>8</b>			<b>32</b>
<b>Розділ 2. Дифракція світла. Фур'є-аналіз радіооптичних систем.</b>						
Тема 1. Дифракція світла.	15	4	1			10
Тема 2. Теорія дифракції Кірхгофа.	9	4	1			4
Тема 3. Перетворення Фур'є.	12	4	1			7
Тема 4. Властивості перетворення Фур'є.	12	4	1			7
Тема 5. Дифракція слабкорозбіжних пучків.	16	4	2			10
Тема 6. Дифракція в далекій зоні.	16	4	2			10
Разом за розділом 2	<b>80</b>	<b>24</b>	<b>8</b>			<b>48</b>
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>32</b>	<b>32</b>			<b>56</b>

### 4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Системи і перетворення в дифракційній теорії.	4
2	Коефіцієнт передачі й імпульсна характеристика шару простору.	4
3	Концентрація енергії в часі і просторі.	4
4	Інтерференція немонохроматичного світла.	4
5	Наближення Френеля, Фраунгофера і "тіні".	4
6	Дифракція Френеля на отворах квадратної і круглої форми.	4

7	Дифракція Фраунгофера на отворах прямокутної і круглої форми.	4
8	Рішення параболічного рівняння.	4
	Разом	<b>32</b>

### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Перетворення Ханкеля функцій із круговою симетрією.	6
2	Рішення хвильового рівняння методом Фур'є.	6
3	Оптична левітація.	4
4	Інтерференція випадкової світлової хвилі.	4
5	Кутовий спектр плоских хвиль.	6
6	Співвідношення Френеля-Фур'є. Сандвіч Френеля.	6
7	Дифракція Фраунгофера на періодичних структурах.	6
8	Фокусування гаусова пучка.	6
9	Частотний аналіз оптичних систем.	6
10	Просторова фільтрація й оптична обробка інформації.	6
	Разом	<b>56</b>

### 6. Індивідуальні завдання

Індивідуальних завдань не заплановано.

### 7. Методи контролю

Засвоєння матеріалу по дисципліні забезпечується циклом лекцій, розв'язанням задач на практичних заняттях, а також самостійною роботою.

### 8. Схема нарахування балів

Поточний контроль та самостійна робота										Разом	Залікова робота	Сума
Розділ 1				Розділ 2								
T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T5	T6	60	40	100
6	8	8	8	6	4	4	4	6	6			
30				30								

### 9. Рекомендована література

#### Основна література

1. Литвиненко О.Н. Основы радиооптики. – Техника, 1974. – 208 с.
2. Гудмен Дж. Введение в фурье-оптику. – М.: Мир, 1970. – 364 с.
3. Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. – 656 с.

### Допоміжна література

1. Борн М., Вольф В. Основы оптики. – М.: Наука, 1973. – 719 с.
2. Стюард И.Г. Введение в фурье-оптику. – М.: Мир, 1985. – 182 с.
3. Зверев В.А. Радиооптика. – М.: Сов.радио, 1975. – 304 с.
4. Папулис А. Теория систем и преобразований в оптике. – М.: Мир, 1971. – 495 с.
5. Сороко Л.М. Основы голографии и когерентной оптики. – Физматлит, 1971. – 616 с.
6. Воронцов М.А., Корябин А.В., Шмальгаузен В.И. Управляемые оптические системы. – М. : Наука, 1988. – 272 с.

### 10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Энциклопедия лазерной техники и технологии  
<http://www.rp-photonics.com/encyclopedia.html>
2. Библиотека книг по лазерам <http://gen.lib.rus.ec/>