

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра квантової радіофізики

ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-
педагогічної роботи

« _____ » _____ 2017 р.

Програма навчальної дисципліни

«НЕЛІНІЙНА ОПТИКА»

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність (напрямок) _105 Прикладна фізика та наноматеріали_

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 “ ___ ” _____ 2017 року № ___

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

Білошенко Костянтин Сергійович, кандидат фізико-математичних наук, доцент

Програму схвалено на засіданні кафедри квантової радіофізики

Протокол від “ ___ ” _____ 2017 року № ___

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 “ ___ ” _____ 2017 року № ___

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

_____ (проф. Черногор Л. Ф.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Нелінійна оптика»
складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми
підготовки

бакалавр
(назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальності (напряму) 8.105 Прикладна фізика та наноматеріали

спеціалізації
квантова радіофізика та фотоніка

1. Опис навчальної дисципліни

- 1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є надати майбутнім спеціалістам з лазерної фізики необхідного мінімуму попередніх відомостей з особливостей впливу випромінювання лазерів на речовини у різних мікро- та макроскопічних станах
- 1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є засвоєння студентами параметрів лазерного випромінювання і речовин, що обумовлюють їх взаємодію
- 1.3. Кількість кредитів – 5
- 1.4. Загальна кількість годин – 150

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
За вибором
Денна форма навчання
Рік підготовки
5-й
Семестр
10-й
Лекції
32 год.
Практичні, семінарські заняття
10 год.
Лабораторні заняття
22 год.
Самостійна робота
86 год.
Індивідуальні завдання

1.6. Заплановані результати навчання

знати: параметри лазерного випромінювання і речовини, обумовлюють їх взаємодію, стан атомів молекул у сильному світловому полі, нелінійні сприйнятливості прозорих середовищ, нелінійні оптичні явища за трьох та чотирьох хвильовою взаємодією, ефекти лазерного створення плазми

вміти: вимірювати та аналізувати параметри лазерів, розраховувати характеристики їх випромінювання та характеристики перетворювачів їх частоти, проводити підготовку засобів лазерної техніки та лазерних мішеней до відповідних експериментів.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1.

Тема 1 Характеристики лазерного випромінювання та речовин у мікро- та макро-станах.

Монохроматичність, когерентність – просторова й часова, розбіжність пучків, тривалість імпульсів, інтенсивність. Дворівневі системи.

Тема 2. Поляризація та сприйнятливості прозорої речовини. Анізотропія та тензори сприйнятливостей.

Теорія Лоренца. Ангармонічний осцилятор. Поляризація під бігармонічному впливі випромінювання. Генерація комбінаційних частот.

Тема 3. взаємодія хвиль у нелінійному середовищі. Метод вкорочення хвильового нелінійного рівняння.

Оптичні явища, що обумовлені квадратичною нелінійною сприйнятливостю. Правило Клейнмана, симетрія тензору.

Розділ 2.

Тема 1. Зв'язок трьох хвиль у квадратичному середовищі, Фазовий синхронізм.

Дослід Франкена. Елементи оптики анізотропних кристалів, еліпсоїд показників заломлення, типи критслайв. Напрямки синхронізму.

Тема 2. Збудження другої та вищих гармонік. Практичні схеми.

Ефективність ГДГ, ГДГ в умовах виснаження накачки. Схеми з циліндричними лінзами. Внутрішньо резонаторна ГДГ.

Тема 3. Параметричні процеси. Нелінійно-оптичні матеріали. Лазерне руйнування діелектриків.

Параметричне підсилення та генерація. Сигнальна та холоста хвилі. Одно та дворезонаторні генератори. Схема параметричних генераторів з перестроюванням частоти шляхом зміни кутів синхронізму або температури кристалів. Нелінійно-оптичні матеріали для параметричних генераторів світла.

Тема 4. Чотирьох хвильова взаємодія. Процеси вимушеного розсіювання. Обернення хвильового фронту.

Процеси, що обумовлені кубічною нелінійною сприйнятливостю. Самофокусування світла. Вимушене комбінаційне розсіювання. Розсіювання на квазічастинках (фононах, магнонах, плазмонах), закони збереження. Голографічні схеми обернення хвильового фону, схеми з використанням ВРМБ, практичні застосування.

Розділ 3.

Тема 1. Лазерний факел над поверхнею металу.

Нагрів поверхні металу без зміни фазового стану, плавлення та випаровування, іонізація пари. Лазерна емісія, методи дослідження, металографія, мас-спектроскопія, фотографування, зондова методика, інтерферометрія.

Тема 2. Основи технології лазерного зварювання та різьби металів Термозміцнення сплавів.

Зварювання пружин, термопар, у мікроелектроніці, прецизійне. Різьба із застосуванням допоміжних газів. Узагальнена функціональна схема лазерної технологічної установки. Технологічні лазери.

Тема 3. Методи поверхневої лазерної обробки. Лазерна обробка неметалевих матеріалів.

Свердлення та різьба неметалів: кераміка, каміння, алмази, текстиль, азбест, скло, резина, деревина та ін. Скрайбірування напівпровідників. Гравірування. Поверхневе очищення.

Тема 4. Методи контролю просторово-енергетичних та часових характеристик лазерного випромінювання.

Вимірювачі – теплові (калориметри), фотоелектричні, пондеромоторні. Спектральні вимірювання – інтерференційні та гетеродинні методи. Часові вимірювання – вивчення форми та тривалості імпульсів за допомогою фотоприймачів, швидкісних осцилографів, електронно-оптичних перетворювачів.

Розділ 4.

Тема 1. Дворівнева система у сильному резонансному полі.

Багато фотонне збудження. Зсув атомних рівнів.

Тема 2. Селективний вплив світла на атоми та молекули.

Рідбергівські стани, багато фотонна іонізація, нестационарні ефекти.

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
Розділ 1.						
Тема 1 Характеристики лазерного випромінювання та речовин у мікро- та макро- станах.	8	2		1		5
Тема 2. Поляризація та сприйнятливність прозорої речовини. Анізотропія та тензори сприйнятливостей.	13	3	1	2		7
Тема 3. взаємодія хвиль у нелінійному середовищі. Метод вкорочення хвильового нелінійного рівняння.	13	3	1	2		7
Разом за розділом 1	34	8	2	5		19

Розділ 2.						
Тема 1. Зв'язок трьох хвиль у квадратичному середовищі, Фазовий синхронізм	11	2	1	1		7
Тема 2. Збудження другої та вищих гармонік. Практичні схеми	12	2	1	2		7
Тема 3. Параметричні процеси. Нелінійно-оптичні матеріали. Лазерне руйнування діелектриків.	12	2	1	2		7
Тема 4. Чотирьох хвильова взаємодія. Процеси вимушеного розсіювання. Обернення хвильового фронту.	12	2	1	2		7
Разом за розділом 2	47	8	4	7		28
Розділ 3						
Тема 1. Лазерний факел над поверхнею металу.	8	2		1		5
Тема 2. Основи технології лазерного зварювання та різьби металів Термозміцнення сплавів.	10	3		2		5
Тема 3. Методи поверхневої лазерної обробки. Лазерна обробка неметалевих матеріалів.	12	3	1	2		6
Тема 4. Методи контролю просторово-енергетичних та часових характеристик лазерного випромінювання.	12	2	1	2		7
Разом за розділом 3	42	10	2	7		23
Розділ 4						
Тема 1. Дворівнева система у сильному резонансному полі.	10	2	1	1		6
Тема 2. Селективний вплив світла на атоми та молекули.	10	2	1	1		6

Тема 3. Підсумки курсу	7	2		1		4
Разом за розділом 4	27	6	2	3		16
Усього годин	150	32	10	22		86

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Числові показники параметрів лазерного випромінювання.	1
2	Рівняння руху гармонічного та ангармонічного осциляторів.	2
3	Тензор квадратичної сприйнятливості – симетризація.	1
4	Типи синхронізмів – розрахунки кутів.	1
5	Ефективність генерації другої гармоніки – кількісні рішення. Внутрішньо-резонаторна ГАГ.	1
6	Перетворення частоти параметричного генератора світла.	1
7	Практичні схеми лазерного технологічного устаткування.	1
8	Конструкції теплових, фотоелектричних та пондеромоторних вимірників.	1
9	Тиск світла на атом у резонансному полі. Прискорення атомів та молекул.	1
	Разом	10

5. Завдання для самостійної роботи

1	Вивчення конспекту лекцій.	11
2	Підготовка до практичних занять.	10
3	Виконання ІНДЗ.	12
4	Підготовка до лабораторних занять. Вивчення додаткових тем за літературними джерелами.	9
5	Становлення лазерної фізики. Оптична анізотропія. Нелінійно-оптичні середовища.	16
6	Колективні рухи у середовищі, що викликані завдяки кубічній нелінійній сприйнятливості	12
7	Лазерні методи обробки металевих та інших матеріалів.	16
	Усього годин	86

6. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання складаються з навчально-методичних проєктів, які містять задачі для глибшого засвоєння лекційного матеріалу.

7. Методи контролю

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

8. Схема нарахування балів

Поточне тестування та самостійна робота											Підсумковий модуль	сума	
Розділ 1				Розділ 2				Розділ 3				40	100
T1	T2	T3	KP	T1	T2	T3	KP	T1	T2	T3	KP		
4	4	4	8	4	4	4	8	4	4	4	8		

9. Рекомендована література

Основна література

1. Штыков В.В. Квантовая радиофизика: учебн. Пос. – М.: «Академия», 2009.-336 с.
2. В.І. Григору, П.А. Коротков, А.І. Хижняк Лазерна фізика. К.: «МП Леся», 1999. – 528 с.
3. Звело О. Принципы лазеров. СПб.:»Лань», 2008. – 720 с. – уч. пос.
4. Делоне Н.Б. Взаимодействие лазерного излучения с веществом: - М.: Наука, 1989. – 280 с.
5. Ярив А. Квантовая электроника. М.: Высш. Шк., 1983. – 398 с.
6. Шен И.Р. Принципы нелинейной оптики. – М.: Наука, 1989. – 560 с.
7. Рэди Дж. Действие мощного лазерного излучения. – М.: Мир, 1974.- 470 с.

Допоміжна література

8. Айхлер Ю., Айхлер Г.И. Лазеры, исполнение, управление, применение. – М.: Техносфера, 2008. – 440 с.
9. Малишев В.А. Основы квантовой электроники и лазерной техники: Уч. пос. – М.: Высш. Шк., 2005. – 543 с.
10. Дудки В.И., Пахомов Л.Н. Квантовая электроника. Приборы и их применение: Уч. пос. – М.: Техносфера, 2006. – 432 с.
11. Лютер – Дэвис Б. и др.. Вещество в сверхсильном лазерном поле. Квант. Электр., 1992, т. 19, №4, С.317-360.
12. Коротеев Н.И., Шумай И.Л. Физика мощного лазерного излучения. – М.:Наука, 1991. -312 с.
13. Зельдович Б.Я., Пилинецкий Н.Ф., Шкунов В.В. Обращение волнового фронта. – М.: Наука 1985. – 240 с.
14. Сущинский М.М. Вынужденное рассеяние света. – М.: Наука, 1985. – 176 с.
15. Жевандоров Н.Д. Анизотропия и оптика. – М.: Наука, 1974. – 168 с.
16. Лазерная техника технология: В 7 кн./ Под ред.. А.Г. Григорьянца. – М.: Высш. шк., 1987. – 1500 с.

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

1,Edx.org

2,Courser.org