

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет

Кафедра оптики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

«___» _____ 20__ року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Квантова електроніка

для студентів

галузь знань	15 Автоматизація та приладобудування
спеціальність	152 Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка
освітній рівень	бакалавр
освітня програма	Опtotехніка
вид дисципліни	обов'язкова

Форма навчання	очна
Навчальний рік	20__/20__
Навчальний семестр	VIII
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладач(і): доцент Ящук Василь Павлович

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.

КИЇВ – 2019

Робоча програма навчальної дисципліни «Фізичні основи квантової електроніки» для студентів напряму підготовки 6.040203 - фізика, спеціалізації «Фотоніка», бакалаври, 4 курс.

Розробник(и): Ящук Василь Павлович, канд. фіз.-мат. наук,
доцент, доцент кафедри оптики.

(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри оптики

_____ (Поперенко Л.В.)

Протокол № __ від «__» _____ 20__ р.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

Протокол № __ від «__» _____ 20__ р.

Голова науково-методичної комісії _____ (Зеленський С.Є.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

«_____» _____ 20__ року

ВСТУП

1. Мета дисципліни – надання знань, необхідних для розуміння принципів оптичного підсилення, методів утворення інверсії в активних середовищах та формування випромінювання генерації в основних типах лазерів.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

2.1. Володіти знаннями основних явищ фізичної оптики: інтерференції, дифракції, поляризації, дисперсії, люмінесценції.

2.2. Володіти знаннями з атомної фізики, квантової механіки та електродинаміки: рівняння Шредінгера, ймовірності переходів, квантово-механічний осцилятор, систематика енергетичних рівнів.

3. Анотація навчальної дисципліни: В рамках спецкурсу розглядаються принципи оптичного підсилення, методи створення інверсії в активних середовищах та формування лазерного випромінювання в резонаторі, Розглядаються утворення інверсії та характеристики генерації в основних типах лазерів: твердотільних, газових та напівпровідникових. Навчальне завдання курсу полягає в оволодінні знаннями необхідними для розуміння умов і принципів виникнення і формування лазерного випромінювання. Результати навчання полягають в отриманні знань, достатніх для використання у наукових дослідженнях та практичній роботі. Методи викладання: лекції, лабораторні роботи, консультації. Методи оцінювання: модульні контрольні роботи, реферати, контроль за виконанням лабораторних робіт, іспит. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок модульного контролю (40%) та іспиту (60%).

4. Завдання (навчальні цілі): вивчення фізичних процесів, що лежать в основі лазерної генерації: підсилення та генерації світла завдяки вимушеному випромінюванню в атомах (молекулах тощо), особливостей формування випромінювання в оптичному резонаторі, механізмів утворення інверсії в активних середовищах.

5. Результати навчання за дисципліною: *(описуються з детальною достовірністю для розробки заходів оцінювання).*

5. Результати навчання за дисципліною: (описуються з детальною достовірністю для розробки заходів оцінювання).

Результат навчання (1. Знати; 2. Вміти; 3. Комунікація, 4. Автономність та відповідальність)		Методи викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумк. оцінці
код	Результати навчання			
1.1	Знання принципів і умов підсилення та генерації світла.	лекції	Реферати	5%
1.2	Знання фізичних явищ, що формують випромінювання в оптичному резонаторі.	лекції	Модульна контр., реферат	10% + 5%
1.3	Знання методів створення інверсії в різних типах активних середовищ: домішкових кристалах, газах, напівпровідниках тощо.	лекції	Модульна контр. робота	10% + 10%
2.1	Вміння проводити юстування газових і твердотільних лазерів.	Лабораторні заняття	залік	Самостійна робота
2.2	Вміти реєструвати основні параметри лазерного випромінювання.	Лабораторні заняття	залік	Самостійна робота

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін)

Результати навчання дисципліни (код)					
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2
Програмні результати навчання (назва)					
Знання фізичних принципів підсилення та генерації оптичного випромінювання.	+			+	
Знання фізичних принципів формування лазерного випромінювання в оптичному резонаторі.		+		+	
Розуміння фізичних механізмів створення інверсії в основних активних середовищах			+		
Вміння реєструвати основні параметри лазерних пучків.					+

7. Структура курсу: Програма навчальної дисципліни складається з трьох розділів (тем):

Розділ 1. Принципи підсилення та генерації світла (теми 1 - 3).

Розділ 2. Методи створення інверсії (теми 4 - 10).

Розділ 3. Формування лазерного випромінювання в резонаторі (теми 11 -15).

Теми діляться на два змістовних модулі:

- модуль 1 - розділи 1 і 2
- модуль 2 - тема 3.

8. Схема формування оцінки.

8.1 Форми оцінювання студентів (*перелік видів робіт та форм їх контролю/ оцінювання із зазначенням мін. - граничної та макс. кількості балів чи відсотків*):

- Семестрове оцінювання:
 1. Модульна контрольна робота 1 (6 балів – 10 балів) і реферат (6 балів – 10 балів).
 2. Модульна контрольна робота 2 (6 балів – 10 балів) і реферат (6 балів – 10 балів).
- Підсумкове оцінювання у формі заліка (*обов'язкове проведення екзаменаційного оцінювання в письмовій формі*).

Студент не допускається до екзамену, якщо під час семестру набрав менше 24 бали. Оцінка за іспит не може бути меншою 36 балів для отримання загальної позитивної оцінки за курс.

	ЗМ1	Реферат 1	ЗМ2	Реферат 2	залік	Підсумкова оцінка
мінімум	6	6	6	6	36	60
максимум	10	10	10	10	60	100

8.2. **Організація оцінювання:** Кожна модульна контрольна робота і написання рефератів проводиться після вивчення відповідних тем.

8.3. Шкала відповідності оцінок

Відмінно/Excelent	90 – 100
Добре/Good	75 -89
Задовільно/Satisfactory	60-74
Незадовільно з можливістю повторного складання/Fail	35 -59
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	0 - 34
Зараховано/ Passed	60 - 100

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ**

№ теми	Назва теми	Кількість годин		
		Лекції	Лабор. роботи	Самост. робота
<i>Змістовий модуль 1. Принципи підсилення та генерації світла. Методи створення інверсії.</i>				
1	Тема 1. Принципи і умови підсилення світла та лазерної генерації. Принципова схема лазера.	2		4
2	Тема 2. Параметри енергетичних переходів та спектрально-кінетичні характеристики випромінювання.	2		4
3	Тема 3. Підсилення світла в активному середовищі. Умова самозбудження лазерної генерації.	2	2	6
4	Тема 4. Оптичне накачування. Схеми накачування і фактори, що впливають на його ефективність.	2		4
5	Тема 5. Активні середовища лазерів з оптичним накачуванням.	2	2	6
6	Тема 6. Елементарні процеси утворення інверсії в плазмі газового розряду. Газорозрядні лазери.	2		5
7	Тема 7. Утворення інверсії на електронних переходах атомів і молекул в газовому розряді.	2	2	5
8	Тема 8. Утворення інверсії на коливних переходах молекул.	2		5
9	Тема 9. Газодинамічний і хімічний методи накачування.	2		5
10	Тема 10. Інжекція нерівноважних носіїв в р/п перехід напівпровідників.	2	2	6
<i>Змістовий модуль 2. Формування випромінювання в оптичному резонаторі.</i>				
11	Тема 11. Оптичні резонатори. Формування випромінювання в плоско паралельному резонаторі.	2		5

12	Тема 12. Розподіл випромінювання в модах конфокального резонатора.	2		6
13	Тема 13. Узагальнений сферичний резонатор. Стійкі та нестійкі резонатори.	2	2	4
14	Тема 14. Балансові рівняння лазера та кінетика випромінювання в режимі вільної генерації.	2		4
15	Тема 15. Випромінювання лазера в режимі модуляції добротності резонатора	2	2	6
Всього		30	14	75

Загальний обсяг *119 год.*, в тому числі:

Лекцій – **30 год.**

Семінари – *0 год.*

Практичні заняття – *0 год.*

Лабораторні заняття *14 год.*

Самостійна робота – **75 год.**

Література

Основна

1. Н.В.Карлов. Лекции по квантовой элетронике. – М. Наука, 1988.
2. Л.В.Тарасов. Физика процессов в генераторах когерентного оптического излучения. – М., 1981.
3. А. Ярив Введение в оптическую квантовую электронику. – М. 1983.
4. В.И. Григоруk, А.П.Коротков, В.В.Хижняк. Лазерна фізика. – К. 1999.
5. С.А.Ахманов, С.Ю.Никитин. Физическая оптика. – М.,Наука, 2004, 654с.
6. Ю.А.Ананьев. Оптические резонаторы и лазерные пучки. – М.,1990, 263с.
7. В.І.Григоруk, А.І.Іванісик, П.А.Коротков. Експериментальна лазерна оптика. – К., 2007, 384с.
8. В.П.Гаращук. Основи фізики лазерів. – К., В-во «Пульсари», 2012, 342с.

Додаткова

9. О.Звелто. Физика лазеров. М.– Мир, 1979, 373с.
10. А.Мейтленд, М.Данн. Введение в физику лазеров. – М., Наука, 1978, 407с.