

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра фізики кристалів

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор  
з науково-педагогічної роботи

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

**Робоча програма навчальної дисципліни**

**Методи оптичної спектроскопії у фізиці конденсованого стану**

(шифр і назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти другий (магістр)  
галузь знань 10 – природничі науки  
(шифр і назва)  
спеціальність 104 – фізика та астрономія  
(шифр і назва)  
освітня програма освітньо-професійна, освітньо-наукова - фізика  
(шифр і назва)  
спеціалізація \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)  
вид дисципліни обов'язкова  
(обов'язкова / за вибором)  
факультет фізичний

2020/2021 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою фізичного факультету  
“21” червня 2020 року, протокол № 6

Розробники програми:

Сорокін Олександр Васильович, доктор фіз.-мат. наук, ст. наук.

Програму схвалено на засіданні кафедри фізики кристалів

Протокол № 7 від “20” червня 2020 р.

Завідувач кафедрою кафедри фізики кристалів

\_\_\_\_\_ (Гриньов Б.В.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією фізичного факультету

---

Протокол № 6 від. “20” червня 2020 р.

Голова \_\_\_\_\_ (Макаровський М.О.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## Вступ

Програма навчальної дисципліни “ Методи оптичної спектроскопії у фізиці конденсованого стану ” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки магістра

спеціальності 104 – фізика та астрономія

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є закономірності формування оптичних спектрів у конденсованих середовищах.

### 1. Опис навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є: ознайомити студентів з основними ідеями, теорією та експериментальними методами дослідження оптичних властивостей конденсованих середовищ, зокрема діелектричних та напівпровідникових сполук та наноматеріалів.

Основними завданнями вивчення дисципліни є: освоїти принципові основи та практичні можливості спектроскопічних методів дослідження конденсованих середовищ.

Згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

**знати:** основи спектроскопічних методів дослідження, можливості застосування спектральних методів аналізу для дослідження конденсованих середовищ, зокрема наноматеріалів;

**вміти:** застосовувати отримані знання при дослідженні оптичних властивостей конденсованих середовищ у вигляді об’ємних та нанорозмірних матеріалів.

Кількість кредитів – 3.

Загальна кількість годин – 90.

Характеристика навчальної дисципліни	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
5-й	
Семестр	
9-й	
Лекції	
32 год.	
Практичні, семінарські заняття	
год.	
Лабораторні заняття	
год.	
Самостійна робота	
58 год.	
Індивідуальні завдання	
год.	

Форма контролю – екзамен.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### Розділ 1. Основні поняття оптичної спектроскопії.

**Тема 1.** Огляд історії розвитку спектроскопії. Види оптичних спектрів.

Поглинання. Закон Бугера-Ламберта-Бера, сила осцилятора, дипольні моменти оптичних переходів. Люмінесценція. Природа та види люмінесценції. Діаграма Яблонського, квантовий вихід, криві загасання люмінесценції. Коефіцієнти Ейнштейна.

**Тема 2.** Основи методів стаціонарної спектроскопії і спектроскопії з часовим розділенням. Вимірювання спектрів поглинання, люмінесценції і збудження люмінесценції. Люмінесцентна мікроскопія. Спектри загасання люмінесценції. Спектроскопія накачування-зондування. Фотонне відлуння.

**Тема 3.** Елементарні електронні збудження у кристалах та молекулах. Іони перехідних металів та рідкісноземельні іони. Молекулярні спектри. Вплив оточення на спектри молекул. Вплив міжмолекулярної взаємодії на оптичні властивості.

**Тема 4.** Колективні ефекти у конденсованих середовищах. Екситони Ваньє-Мотта і Френкеля. Особливості екситонних збуджень у наноматеріалах. Плазмони у металевих наночастинках.

### Розділ 2. Застосування оптичної спектроскопії для дослідження конденсованих середовищ.

**Тема 5.** Молекулярні агрегати. Вплив структури на оптичні властивості. Динаміка екситонних збуджень. Міграція екситонних збуджень.

**Тема 6.** Квантові крапки. Види, особливості отримання, переваги і недоліки. Застосування квантових крапок.

**Тема 7.** Особливості перетворювання сонячної енергії. Молекулярні сонячні елементи. Застосування метал-органічних сполук для сонячних елементів.

**Тема 8.** Наноплазмоніка. Керування оптичними властивостями квантових систем за рахунок взаємодії з плазмонними резонансами металевих наночастинок.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср		л	п	ла б	ін д	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 12	13	
Тема 1.	12	6				10						
Тема 2.	10	4				8						
Тема 3	26	8				14						
Тема 4	18	6				10						
Тема 5	6	2				4						
Тема 6	6	2				4						
Тема 7.	6	2				4						
Тема 8.	6	2				4						
<b>Усього годин</b>	<b>90</b>	<b>32</b>				<b>58</b>						

### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Квантово-механічний опис двохрівневої системи. Випромінювання чорного тіла. Квантова теорія поглинання і люмінесценції.	10
2	Вимірювання поляризаційних спектрів. Анізотропія. Визначення квантового виходу люмінесценції. Джерела випромінювання. Раманівське розсіювання та інші багатофононні процеси.	8
3	Розщеплення рівнів енергії у магнітному полі. Ефект Штарка. Правила відбору. Молекулярна симетрія і дозволені та заборонені переходи. Розрахунок дипольних моментів оптичних переходів. Апроксимація Бора-Опенгеймера, фактори Франка-Кондона і форма смуг поглинання. Переходи з перенесенням заряду і переходи Рідберга.	14
4	Надвипромінювання Діке і екситонне надвипромінювання. Ефект Парсела.	10
5	Використання молекулярних агрегатів в якості фотосенсибілізаторів.	4

6	Квантово-розмірний ефект і енергія екситонного зв'язку.	4
7	Екситонні матеріали у сонячній енергетиці.	4
8	Теорія плазмонних коливань у наночастинках.	4
	<b>Разом</b>	<b>58</b>

### 7. Методи контролю

Письмові відповіді на запитання контрольної роботи.

Письмові відповіді на запитання екзаменаційного завдання

### 8. Схема нарахування балів

Поточний контроль та самостійна робота								Підсумковий контроль (екзамен)	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8		
50								50	100

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

## 9. Рекомендована література

### Базова

1. М.А. Ельяшевич. *Атомная и молекулярная спектроскопия. 2-е изд.* – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 896 с.
2. Л.В. Левшин, А.М. Салецкий. *Оптические методы исследования молекулярных систем.* – М.: МГУ, 1994. – 320 с.
3. W.W. Parson. *Modern Optical Spectroscopy.* –Berlin: Springer-Verlag, 2015. – 572 p.
4. B. Valeur. *Molecular Fluorescence. Principles and Applications.* – Weinheim: WILEY-VCH Verlag, 2002. – 381 p.
5. J.R. Lakowicz. *Principles of Fluorescence Spectroscopy. Third Edition.* – Singapore: Springer Science+Business Media, 2006. – 954 p.

### Допоміжна

1. Ч. Киттель, *Введение в физику твердого тела*/Москва: Наука, 1978.
2. А.Н. Васильев, В.В. Михайлин. *Введение в спектроскопию диэлектриков.* – М.: Янус-К, 2000. – 415 с.
3. G. Blasse, V. C. Grabmaier *Luminescent Materials.* – Berlin: Springer-Verlag, 1994. – 232 p.
4. В.В. Климов. *Наноплазмоника.* – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 480 с.
5. T. Kobayashi (Ed.). *J-aggregates. Vol. 2.* – Singapore: World Scientific Publishing, 2012. – 520 p.
6. P.N. Prasad. *Nanophotonics.* – Hoboken: John Wiley & Sons, 2004. – 415 p.