

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара
Кафедра Фізики твердого тіла та оптоелектроніки

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи

_____ Чернецький С.О.

“ _____ ” _____ 2016 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ПН 2.3 - Квантові процеси в кристалах**

Спеціальність **105 - Прикладна фізика та наноматеріали**

Спеціалізація **Фізика конденсованого стану**

Факультет **Фізики, електроніки та комп'ютерних систем**

Дніпропетровськ – 2016 рік

Робоча програма дисципліни **“Квантові процеси у кристалах”** для студентів другого (магістерського рівня) вищої освіти спеціальності 104 Фізика та астрономія – 10 с.

Розробник:

Панченко Т. В., д. ф.-м. н., професор

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізики твердого тіла та оптоелектроніки

Протокол № 11 від 23.05 2016 року,

Завідувач кафедри фізики твердого тіла та оптоелектроніки

_____ (Трубіцин М.П.)

23.05 2016 року

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю
104 Фізика та астрономія

Протокол № 1 від 08.06 2016 року,

Голова НМК _____ (Скалозуб В.В.)

08.06 2016 року

Схвалено Вченою радою факультету Фізики, електроніки та комп'ютерних систем

Протокол № 67 від 29.06. 2016 року,

Голова _____ (Долгов В.М.)

29.06. 2016 року

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів - 3	Галузь знань 0402 Фізико-математичні науки	нормативна	
Модулів – 1	Спеціальність 104 Фізика та астрономія	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 3		1-й	-
Індивідуальне науково-дослідне завдання		Семестр	
Загальна кількість годин – 90		1-й	-
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента - 3.3	Другий (магістерський) рівень вищої освіти	Лекції	
		18 год.	
		Практичні, семінарські	
		16 год.	
		Лабораторні	
		год.	
		Самостійна робота	
		56 год.	
У тому числі індивідуальні завдання:			
Вид контролю: іспит			

Примітка. Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить: 0.61 (денна форми навчання)

2. Мета та завдання дисципліни

2.1. Метою викладання дисципліни «Квантові процеси у кристалах» є підготовка фахівців зі спеціальності «фізика конденсованого стану» та кваліфікаційним рівнем «магістр», що глибоко розуміють теоретичні основи сучасних уявлень про квантово-механічну природу фізичних явищ у кристалах, які ефективно використовуються у різних галузях твердотільної електроніки (опто- та акустоелектроніка, магнітооптика, динамічна голографія, п'єзотехніка, тощо), що добре обізнані з питань про ефекти та процеси взаємодії електромагнітного випромінювання з електронною підсистемою кристалів вміють аналізувати прикладне значення фізичних властивостей матеріалів та квантових процесів у них.

2.2. Завдання є загальноосвітні, виховні та завдання формування світогляду.

Загальноосвітніми завданнями є: а) здобуття теоретичної основи з проблем фізики

конденсованого стану, знань з квантових процесів, основних принципів розгляду явищ, обумовлених квантовими процесами; б) опанування методами аналізу квантових процесів у кристалах напівпровідників та діелектриків.

Задача формування світогляду полягає у поглибленні уявлень про причинно-наслідкові зв'язки та адекватність їх відображення на сучасному науковому рівні в галузі фізики твердого тіла та матеріалознавстві, а також формування уявлень щодо перспектив різних напрямків науково-технічного прогресу.

Виховною задачею є формування навичок самостійної роботи з учбовою та науковою літературою, відповідального ставлення до вимог, що визначають кваліфікаційний рівень магістра з проблем матеріалознавства, потреби підвищення кваліфікації.

2.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні знати:

- рівняння Шредінгера для кристала у загальному вигляді, із використанням наближень, із хвильовою функцією Блоха;
- енергетичний спектр та зонну модель кристалів
- квантові процеси як результат взаємодії квантів електромагнітного випромінювання із електронною підсистемою кристалів,
- основи теорії кристалічного поля лігандів,
- залежність розщеплення енергетичних термів від сили кристалічного поля,
- електронні переходи в умовах електрон-фононої взаємодії;
- характеристики квантових частинок (фотонів, фононів, екситонів, плазмонів)

вміти:

- пояснювати енергетичний спектр електронів у кристалах;
- аналізувати дані абсорбційної та фотолюмінесцентної спектроскопії видимого діапазону,
- користуватися діаграмами Танабе-Сугано для аналізу спектрів внутрішньо центрового оптичного поглинання;
- виявляти участь екситонних збуджень у квантових переходах електронів
- оцінювати силу електрон-фононої взаємодії;

2. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Енергетичні зонні моделі кристалів.

Тема 1. Квантові процеси, обумовлені електронними переходами. Квантові комп'ютери

Тема 2. Загальні характеристики взаємодії світла з речовиною.

Змістовий модуль 2. Електронні переходи в кристалах

Тема 3. Прямі та непрямі між зонні електронні переходи.

Тема 4. Розщеплення енергетичних термів у кристалічних полях різної симетрії

Тема 5 Електронні переходи з участю екситонів

Тема 6 Спектрально-температурні залежності оптичного поглинання та правило Урбаха

Змістовий модуль 3. Електрон-фононна взаємодія

Тема 7 Модель конфігураційних координат

Тема 8. Плазмони в кристалах

Тема 9 Електронні переходи із випромінюванням квантів світла та γ -резонансна спектроскопія.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	у с ь о г о	у тому числі					у с ь о г о	у тому числі				
		Л	П	л а б	Сам. раб. І н д	С р		Л	П	л а б	І н д	С р
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Енергетичні зонні моделі кристалів.												
Тема 1. Тема 1. Квантові процеси, обумовлені електронними переходами. Квантові комп'ютери	4	2				2						
Тема 2. Загальні характеристики взаємодії світла з речовиною.	8	2	2			4						
Разом за змістовим модулем 1	12	4	2			6						
Змістовий модуль 2. Електронні переходи в кристалах												
Тема 3. Прямі та непрямі між зонні електронні переходи.	14	2	2			8						
Тема 4. Розщеплення енергетичних термів у кристалічних полях різної симетрії	8	2				6						
Тема 5. Електронні переходи з участю екситонів	8	2	2			6						
Тема 6. Спектрально-температурні залежності оптичного поглинання та правило Урбаха	8	2	2			4						
Разом за змістовим модулем 2	38	8	6			24						
Змістовий модуль 3. Електрон-фононна взаємодія												
Тема 7. Модель конфігураційних координат	12	2	2			8						
Тема 8. Плазмони в кристалах	10	2	2			6						

Тема 9. Електронні переходи із випромінюванням квантів світла та γ -резонансна спектроскопія.	1 8				2							
Разом за змістовим модулем 3	4 0	6	8		2 6							
Усього годин	9 0	1 8	1 6		5 6							
Модуль 2.												
ІНДЗ			-	-		-			-	-	-	
Усього годин												

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Енергетичні зонні моделі кристалів	2
2	Особливості оптичного збудження електронних переходів на краю фундаментального оптичного поглинання	2
3	Електронні переходи у кристалах з участю екситонів сильного та слабого зв'язку	2
4	Збудження плазмонів у кристалах	2
5	Використання правила Урбаха для аналізу спектрально – температурних залежностей оптичного поглинання.	2
6	Параметри теорії кристалічного поля. Діаграми Танабе-Сугано	2
7	Квантові процеси із випромінюванням квантів світла у видимому діапазоні	2
8	Визначення розщеплення енергетичних термів домішкових іонів у кристалах	2
	Разом	16

6. Теми практичних занять

Не потребує

7. Теми лабораторних занять

Не потребує

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість Годин
1	Неглибокі та глибокі локальні рівні у забороненій зоні та електронні переходи	4

2	Аналіз механізмів крайового оптичного поглинання	4
2	Правила відбору для оптичних переходів між енергетичними рівнями іона у кристалі.	4
3	Мікроскопічний опис взаємодії світла із речовиною.	4
4	Метод конфігураційних координат	4
5	Внутрішньо-центрові електронні переходи	4
6	Класифікація електронних станів у теорії кристалічного поля.	4
7	Визначення розщеплення термів d^2 – іонів в полі окта- і та тетраедричної симетрії	4
8	Визначення сили електрон-фононої взаємодії	4
9	Самостійне опрацювання лекційного матеріалу	20
	Разом	56

9. Індивідуальні завдання

Не потребує

10. Методи навчання

За джерелом передачі та сприймання навчальної інформації

Словесні	Наочні	Практичні
Лекція	Ілюстрація	Практична робота
Розповідь		Творча
Пояснення		

11. Методи контролю

Контроль з боку викладача відбувається за такими формами: поточний контроль (опитування), контроль за змістовними модулями (тестування), оцінка індивідуальних аналітично-оглядових робіт, залік.

Навчальна дисципліна оцінюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається з 3 змістовних модулів в семестрі.

До критеріїв оцінювання знань включені такі: своєчасність виконання завдань, самостійність, оригінальність мислення, відповідальність, уміння

обстоювати свою думку, глибина засвоєння теоретичних знань (це перевіряється тестуванням), уміння викладати матеріал.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Змістовий модуль 1 14 балів		Змістовий модуль 2 28 балів				Змістовий модуль 3 18 балів			Іспит	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	40	100
7	7	7	7	7	7	6	6	6		

T1, T2 ... T12 – теми змістових модулів

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики, державної атестації	для заліку
90 – 100	A	ВІДМІННО	зараховано
82-89	B	добре	
75-81	C		
64-74	D	задовільно	
60-63	E		
0-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
	F*	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

*- оцінка F виставляється тільки за результатами складання заборгованості комісії.

13. Методичне забезпечення

- Опорний конспект лекцій.

14. Рекомендована література

Базова

2. В.Ф. Агеньян. Основы фотоники полупроводниковых кристаллов и наноструктур. СПб. КМЦ.ФФ. 2007, 133 с.
3. В.В. Толмачев. Квантовая физика полупроводников. М. Физматлит., 2000, 213 с.
4. Н.Б. Бранд, В.А. Кульчинский. Квазичастицы в физике конденсированного состояния М.: Физматлит. 2006, 632 с.
5. Б. Ридли. Квантовые процессы в полупроводниках М., Мир, 1986.
6. А.Н. Пихтин. Квантовая и оптическая электроника. Изд-во Томского ун-та. 2012, 233 с.
7. К.В. Шалимова. Физика полупроводников. Изд. 4-ое. СПб. Изд. Лань. 2010, 400 с.

Допоміжна

8. В.К. Воронов, А.В. Подоппелов. Современная физика конденсированного состояния М.: Физматлит 2008, 327 с.
9. А.А. Блистанов. Кристаллы квантовой и нелинейной оптики М.: МИСИС. 2000 – 432 с
10. А.В. Жуков. Квазичастичное описание конденсированных сред. Белгород, БелГУ. 2001, 40 с.
11. Е.Ю. Перлин, Т.А. Вартамян, А.В. Федоров. Физика твердого тела. Оптика полупроводников и диэлектриков. СПб ГУ ИТМО. 2008. 216 с.
12. Принципы работы квантового компьютера. -13 min/ru – 2016

15. Інформаційні ресурси

1. Наукова бібліотека ДНУ ім. Олеся Гончара, 49025, м. Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 72
2. Обласна наукова бібліотека, 49025, м. Дніпропетровськ, вул. Савченко
3. Джерела Інтернет: www.college.ru

Структура рейтингової системи оцінювання Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

Кафедра	Фізики твердого тіла та оптоелектроніки
Дисципліна	Квантові процеси у кристалах
Академічні групи	КФМ-16-1
Навчальний рік	2016 / 2017
Семестр	1 (іспит)

Елементи контролю за 1, 2, 3 змістовими модулями

Вид контролю	Кількість завдань	Кількість балів		Тижде нь подачі або проведення
		за одиницю контролю	всього	
<i>за змістовим модулем 1</i>				
1. Тестові завдання для перевірки засвоєння лекційного матеріалу	1	5	5	1 – 5 тижні
2. Перевірка завдань за темами для самостійного опрацювання	2	2	4	1 – 5 тижні

Вид контролю	Кількість завдань	Кількість балів		Тижде нь подачі або проведення
		за одиницю контролю	в с ь о г о	
3. Перевірка підготовки самостійної роботи з виступом-презентацією	5	1	5	1 – 5 тижні
<i>Всього за змістовим модулем 1</i>		<i>14 балів</i>		
<i>за змістовим модулем 2</i>				
1. Тестові завдання для перевірки засвоєння лекційного матеріалу	2	5	10	6 – 11 тижні
2. Перевірка завдань за темами для самостійного опрацювання	3	4	12	6 – 12 тижні
3. Перевірка підготовки самостійної роботи з виступом-презентацією	1	6	6	6 – 13 тижні
<i>Всього за змістовим модулем 2</i>		<i>28 балів</i>		
<i>за змістовим модулем 3</i>				
1. Тестові завдання для перевірки засвоєння лекційного матеріалу	2	4	8	11 - 14 тижні
1. Перевірка завдань за темами для самостійного опрацювання	3	2	6	12 – 15 тижні
2. Перевірка підготовки самостійної роботи з виступом-презентацією	4	1	4	13 – 17 тижні
<i>Всього за змістовим модулем 3</i>		<i>18 балів</i>		
Разом		60 балів		
Іспит (екзамен)		40 балів		
Всього		100 балів		

Викладач-екзаменатор: _____ проф. Панченко Т.В.
 Викладач, який проводить практичні заняття _____ проф. Панченко Т.В.
 Затверджено на засіданні кафедри, протокол № 11 від 23.05. 2016 р. _____
 Завідувач кафедри фізики твердого тіла та оптоелектроніки, проф. _____ Трубіцин М.П.