

Львівський національний університет імені Івана Франка

(повна назва вищого навчального закладу)

Кафедра (предметна, циклова комісія) експериментальної фізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

Височанський В.С.

“ ” 2012 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЕЛЕКТРОННА БУДОВА І ОПТИКА НЕЛІНІЙНИХ КРИСТАЛІВ

(шифр і назва навчальної дисципліни)

галузі знань 0402.Фізико-математичні науки

(шифр і назва галузі знань)

напряму підготовки

(шифр і назва напряму підготовки)

для спеціальності (тей) 8.04020301 Фізика

(шифр і назва спеціальності (тей))

спеціалізації

(назва спеціалізації)

факультету фізичний

(назва факультету)

**Кредитно-модульна система
організації навчального процесу**

Електронна будова і оптика нелінійних кристалів. Робоча програма навчальної дисципліни для студентів за спеціальністю 8.04020301 Фізика. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2012. – 8 с.

Розробники: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади).

Довгий Ярослав Остапович, доктор фіз.-мат. наук, професор кафедри експериментальної фізики

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри (циклової, предметної комісії) _____
експериментальної фізики

Протокол № ____ від. “ ____ ” _____ 2012 р.

Завідувач кафедрою (циклової, предметної комісії) експериментальної фізики

_____ (Волошиновський А.С.)
(підпис) (прізвище та ініціали)
“ ____ ” _____ 2012 р

Схвалено методичною комісією за напрямом підготовки (спеціальністю) 8.04020301
Фізика

(шифр, назва)

Протокол № ____ від. “ ____ ” _____ 2012 р.

“ ____ ” _____ 2012 р. Голова _____ (Миколайчук О.Г.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

(Витяг з робочої програми навчальної дисципліни

“Електронна будова і оптика нелінійних кристалів”)

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		<i>денна форма навчання</i>
Кількість кредитів – 3	Галузь знань <u>0402. фіз.-мат.науки</u> (шифр, назва)	Нормативна (за вибором студента)
Модулів – 1	Спеціальність: 8.04020301 - Фізика	<i>Рік підготовки:</i>
Змістових модулів – 1	Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр	5-й
Загальна кількість годин – 108		<i>Семестр</i>
		9-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 3		<i>Лекції</i>
		36 год.
		<i>Лабораторні</i>
		18 год.
	<i>Самостійна робота</i>	
	54 год.	
		Вид контролю: іспит

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

У магістерському курсі „Електронна будова і оптика нелінійних кристалів” з єдиних позицій розглядаються енергетична структура, нелінійнооптичні властивості, хімічний зв'язок й оптичні спектри ацентричних кристалів різної кристалохімічної будови. Висвітлюються оптико-спектральні засади прогнозування деяких важливих параметрів, що мають практичне значення, зокрема, нелінійних сприйнятливостей, електрооптичних констант тощо. Пропонуються шляхи підвищення нелінійних коефіцієнтів і покращення інших характеристик при програмованій зміні складу і структури твердих розчинів і легуванні нелінійнооптичних матеріалів. Значна увага приділяється перспективам створення на основі нелінійних кристалів перетворювачів частот, модуляторів та інших пристроїв.

Поряд з лекційним курсом студенти мають можливість проводити експериментальні дослідження з декількох поставлених проблем.

Мета: ознайомлення з основними методами розшифрування зонної енергетичної структури кристалів та встановлення зв'язку між параметрами енергетичної структури і нелінійнооптичними властивостями кристалів.

Завдання:

- класифікація нелінійнооптичних явищ в кристалах за типами і характером нелінійних сприйнятливостей;
- встановлення зв'язку між параметрами зонної структури нелінійних кристалів і компонентами тензорів нелінійних сприйнятливостей;
- з'ясування механізмів найважливіших нелінійнооптичних явищ в кристалах;
- прикладні аспекти нелінійної оптики.

В результаті вивчення даного курсу студент повинен

знати:

- основні методи теоретичних розрахунків зонних структур кристалів;
- експериментальні оптико-спектральні методи визначення параметрів енергетичної структури кристалів;
- фізичні механізми нелінійнооптичних явищ: генерація гармонік, двофотонне поглинання, нелінійна рефракція, вимушене комбінаційне розсіяння світла тощо;
- конкретно орієнтуватися щодо величин нелінійних параметрів типових високоефективних нелінійних матеріалів для перетворювачів лазерного випромінювання;
- залежність нелінійних сприйнятливостей від природи хімічних зв'язків у кристалах.

вміти:

- експериментально визначати нелінійні коефіцієнти методом генерації другої гармоніки, кути фазового синхронізму та вікна прозорості нелінійних кристалів;
- здійснювати теоретичну оцінку величин нелінійних параметрів за параметрами енергетичної зонної структури на основі різних модельних підходів;
- визначати оптико-спектральним методом параметри лінійних і нелінійних ефективних осциляторів;
- прогнозувати шляхи покращення параметрів нелінійних матеріалів методом заміни компонентів сполук, зміни концентрації твердих розчинів, радіаційної обробки тощо.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Електронна будова і оптика нелінійних кристалів

Тема 1. Вступ

Нелінійнооптичне матеріалознавство: проблеми і перспективи. Найголовніші типи нелінійних кристалів. Бібліографія.

Тема 2. Феноменологія нелінійнооптичних явищ

Нелінійна поляризація кристалів: симетрійні аспекти. Лінійні та нелінійні сприйнятливості. Природа хімічних зв'язків у кристалах та нелінійні оптичні сприйнятливості. Експериментальні методи визначення нелінійних оптичних параметрів.

Тема 3. Основні наближення при розрахунках зонної структури нелінійних кристалів

Одноелектронні методи зонних розрахунків. Основні наближення при розрахунках зон нелінійних кристалів. Теоретико-груповий аналіз при побудові зонної структури.

Тема 4. Оптичні функції та зонна структура нелінійних кристалів

Оптичні функції та дисперсійний аналіз Крамерса-Кроніга. Ідентифікація зона-зонних переходів. Зонні діаграми, лінійні та нелінійні осцилятори характерних ацентричних кристалів.

Тема 5. Електронна будова та дисперсія нелінійних сприйнятливостей найважливіших типів ацентричних кристалів

Діелектрична теорія сприйнятливостей. Дисперсія нелінійнооптичних коефіцієнтів. Обчислення та аналіз відповідних матричних елементів, зіставлення з експериментальними даними.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Електронна будова і оптика нелінійних кристалів												
Тема 1. Вступ		2		2		4						
Тема 2. Феноменологія нелінійно-оптичних явищ		8		4		12						
Тема 3. Основні наближення при розрахунках зонної структури нелінійних кристалів		8		4		12						
Тема 4. Оптичні функції та зонна структура нелінійних кристалів		8		4		12						
Тема 5. Електронна будова та дисперсія нелінійних сприйнятливостей найважливіших типів ацентричних кристалів		10		4		14						
Разом – зм. модуль 1		36		18		54						
Усього годин		36		18		54						

5. Темі семінарських занять

Семінарські заняття у курсі не передбачені.

6. Темі практичних занять

Практичні заняття в курсі не передбачені.

7. Темі лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступне заняття.	2
2	Визначення умов фазового синхронізму нелінійного кристала $\beta\text{-BaB}_2\text{O}_4$.	4
3	Діаграма Арганда і параметри ефективних осциляторів кристала Ag_3AsS_3 .	2
4	Інтерференційні дослідження тонкоплівкових зразків ХСН.	4
5	Експериментальне визначення E_g та оцінка ступеня йонності зв'язку кристала LiB_3O_5 .	4
6	Заключне заняття.	2

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Підготовка наукового реферата за вибраною темою (перелік тем подано нижче)	20
2	Підготовка до лабораторних робіт	5
3	Опрацювання отриманих експериментальних результатів і підготовка звіту про виконання лабораторних робіт	20
4	Підготовка до колоквиуму	9
	Разом	54

Теми наукових рефератів, що даються студентам на вибір:

1. Технологічні проблеми нелінійнооптичного матеріалознавства.
2. Десять найпопулярніших нелінійнооптичних кристалів.
3. Нелінійнооптичні властивості органічних сполук.
4. Класифікація явищ нелінійної оптики.
5. Структура і властивості нелінійних кристалів ADP, KDP і DKDP.
6. Параметрична генерація світла.
7. Типові схеми ГДГ.
8. Високоєфективні нелінійнооптичні кристали типу оксидів боратів.
9. Зонні енергетичні структури типових нелінійних кристалів.
10. Ефект самофокусування світла.
11. Двофотонне поглинання світла.
12. Явище вимушеного комбінаційного розсіювання світла.
13. Історія нелінійної оптики.
14. Нелінійні оптичні явища у наноструктурах.
15. Дисперсія нелінійних коефіцієнтів: теорія і експеримент.
16. Лінійні та нелінійні осцилятори типових ацентричних кристалів.
17. Природа хімічних зв'язків і нелінійні сприйнятливості кристалів.
18. Модель Філіпса-Ван-Вехтена.
19. Модель Гаррісона.
20. Модель Левіна.
21. Використання нелінійнооптичних явищ для одержання фемтосекундних лазерних імпульсів.

9. Індивідуальне навчально - дослідне завдання

Індивідуальне навчально-дослідне завдання у цьому курсі не передбачено.

10. Методи контролю

Поточний контроль (контрольна перевірка знань (колоквиум) за змістовими модулями – 10 балів, оцінка за змістом наукових рефератів (10 балів), робота на лекціях (10 балів) контроль за виконанням лабораторних робіт шляхом допуску до лабораторної роботи (5 балів) та захисту лабораторних робіт (15 балів) – разом за семестр 50 балів, іспит – 50 балів. Сумарна оцінка, таким чином, виставляється за 100-бальною шкалою.

11. Розподіл балів, що присвоюється студентам

Розподіл балів, які отримують студенти (для екзамену)

Поточне тестування та самостійна робота		Колок віум	Наук. реферат	Іспит	Сума
Змістовий модуль 1		10	10	50	100
Робота на лекціях	Робота на лабор.				
10	20				

Шкала оцінювання: Університету, національна та ECTS

Оцінка в балах	Оцінка ECTS	Визначення	За національною шкалою	
			Екзаменаційна оцінка, оцінка з диференційованого заліку	Залік
90 – 100	A	<i>Відмінно</i>	<i>Відмінно</i>	<i>Зараховано</i>
81-89	B	<i>Дуже добре</i>	<i>Добре</i>	
71-80	C	<i>Добре</i>		
61-70	D	<i>Задовільно</i>	<i>Задовільно</i>	
51-60	E	<i>Достатньо</i>		

12. Методичне забезпечення

1. Довгий Я.О., Маньковська І.Г. Параметри електронних осциляторів і зона структура нелінійних кристалів Ag_3AsS_3 // Фізичний вісник НТШ. 2002. Т.5. С.193-205.
2. Довгий Я.О. Методичні вказівки. Дослідження реверсивних фотоіндукованих перетворень в халькогенідних склоподібних напівпровідниках. Львів: ЛДУ, 1990. – 12с.

13. Рекомендована література

Базова

1. Довгий Я.О., Кітик І.В. Електронна будова і оптика нелінійних кристалів. Львів: „Світ”, 1996. –176 с.
2. Милославский В.К. Нелинейная оптика. Харків: Вид. центр ХНУ, 2008. – 312 с.
3. Цернике Ф., Мидвинтер Дж. Прикладная нелинейная оптика. М.: „Мир”, 1976. – 262 с.
4. Шен И.Р. Принципы нелинейной оптики. М.: „Мир”, 1989. – 560 с.

Допоміжна

1. Білий М.У. Основи нелінійної оптики та її застосування. Навч. посібник. К.: Вид. центр „Київський Університет”, 1999. – 172 с.
2. Дмитриев В.Г., Тарасов Л.В. Прикладная нелинейная оптика. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: „Физматлит”, 2004. – 512 с.
3. Ярив А. Квантовая электроника и нелинейная оптика. Перевод с англ. М.: „Сов. Радио”, 1973. – 456 с.

14. Інформаційні ресурси

1. Щомісячний журнал „Квантовая электроника” (у Львові цей журнал регулярно отримує Наукова бібліотека ім. В.Стефаніка).
2. Матеріали з Інтернету.