

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Львівський національний університет імені Івана Франка

**Кафедра експериментальної фізики**

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

\_\_\_\_\_ Височанський В.С.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2012 р.

## **РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **ФІЗИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

галузі знань **0402** Фізико-математичні науки  
напряму підготовки **6.040203** Фізика

Освітньо-кваліфікаційний рівень **бакалавр**  
фізичного факультету

Кредитно-модульна система  
організації навчального процесу

**Фізичні методи досліджень.** Робоча програма навчальної дисципліни для студентів галузі знань **0402** Фізико-математичні науки, напряму підготовки **6.040203** Фізика фізичного факультету. — Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2012. — 10 с.

Розробник:

Хапко З.А. кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри експериментальної фізики.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри  
експериментальної фізики

Протокол № \_\_\_ від. “ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2012р.

Завідувач кафедри експериментальної фізики

\_\_\_\_\_ ( Волошиновський А.С.)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Схвалено методичною комісією за напрямом підготовки

Протокол № \_\_\_ від. “ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2012 р.

Голова \_\_\_\_\_ ( Миколайчук О.Г. )  
(підпис) (прізвище та ініціали)

**1. Опис навчальної дисципліни**  
**(Витяг з робочої програми навчальної дисципліни**  
**“Фізичні методи досліджень”)**

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		<i>денна форма навчання</i>
Кількість кредитів — 2	Галузь знань <b>0402</b> <b>Фізико-математичні науки</b>	Нормативна
Модулів — 1	Напрямок підготовки <b>6.040203</b> <b>Фізика</b>	<i>Рік підготовки:</i> <b>4-й</b>
Змістових модулів — 2		<i>Семестр</i> <b>8-й</b>
Загальна кількість годин — 72		<i>Лекції</i> <b>16 год.</b>
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних — 2 самостійної роботи студента — 2,5	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <b>бакалавр</b>	<i>Практичні, семінарські</i> -
		<i>Лабораторні</i> <b>16 год.</b>
		<i>Самостійна робота</i> <b>40 год.</b>
		<i>Вид контролю:</i> <b>залік</b>

## **2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

Мета - Ознайомлення з сучасними експериментальними методами фізичних досліджень, які використовуються в дослідницьких лабораторіях кафедр фізичного факультету та факультету електроніки.

Завдання – Висвітлення методів отримання різноманітних спектрів фізичних величин під впливом електромагнітного випромінювання різних довжин хвиль.

В результаті вивчення даного курсу студент повинен

**знати:**

- класифікацію фізичних методів досліджень;
- основні фізичні положення стосовно квантових станів електронів в атомах;
- емпіричні закономірності рентгенівських емісійних спектрів, закон Мозлі;
- основи якісного і кількісного емісійного спектрального аналізу;
- методику дослідження поверхні твердих тіл ожеелектронною спектроскопією;
- класифікацію оптичної спектроскопії;
- співвідношення Крамерса-Кроніга;
- знаходження оптичних функцій кристалів за спектрами відбивання;
- фізичні основи аналізу краю власного поглинання твердих тіл;
- основні положення методу розв'язку структурно-спектроскопічних задач;
- аналіз природи і можливостей використання методу комбінаційного розсіювання світла;
- люмінесцентні характеристики речовини;
- функціональну схему установки для вимірювання спектрів люмінесценції;
- методи визначення енергетичних параметрів центрів захоплення методом кривих термовисвічування;
- фізичні основи Фур'є –спектроскопії та її інформаційні можливості;
- суть явища електронного парамагнітного резонансу;
- особливості дослідження речовин методом електронного парамагнітного резонансу, інформаційні можливості методу;
- принципи мас-спектроскопії, як методу дослідження хімічного складу речовин.

**вміти:**

- здійснювати вибір принципіальної схеми для проведення рентгеноспектральних досліджень (вимірювання спектрів поглинання і емісійних спектрів);
- проводити якісний, напівкількісний і кількісний емісійний спектральний аналіз;
- аналізувати рентгеноелектронні та оже-спектри;
- застосувати дані рентгеноспектральних досліджень для побудови схеми енергетичних рівнів електронної підсистеми атомі;
- застосувати необхідну схему для вимірювання спектрів поглинання, відбивання в оптичному спектральному діапазоні;
- розраховувати оптичні функції кристалів з використанням спектрів відбивання та співвідношень Крамерса-Кроніга;
- здійснювати оцінку величини електрон-фононої взаємодії і типу зона-зонних переходів на основі аналізу краю власного поглинання твердих тіл;
- проводити аналіз структури органічних сполук за характеристичністю їх оптичних спектрів;
- використовувати методику комбінаційного розсіювання світла для уточнення тонкої структури енергетичних рівнів атомів;
- здійснювати вибір принципіальної схеми для проведення люмінесцентних досліджень;

- визначити порядок кінетики релаксації енергії збудження із вимірних кривих загасання люмінесценції;
- здійснювати розрахунок глибини загасання електронних і діркових центрів захоплення на основі кривих термостимульованої люмінесценції;
- робити математичну обробку даних отриманих з вимірювань на Фур'є спектроскопії;
- розшифрувати тонку структуру спектрів електронного парамагнітного резонансу.

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### Змістовий модуль 1. Рентгенівські та оптико-спектральні методи дослідження.

- Тема 1.** Вступ. Основні етапи розвитку фізичних методів досліджень, їх класифікація, інформаційні можливості. Сучасний стан та перспективи.
- Тема 2.** Рентгенівська, рентгеноелектронна та фотоелектронна спектроскопія як метод дослідження енергетичної структури і вивчення атомів у хімічних сполуках. Інформативні можливості рентгенівської ФЕС: хімічні зміщення основних рівнів, структура валентної зони.
- Тема 3.** Оптичні спектри власного поглинання та відбивання кристалів. Вимірювальні та розрахункові параметри. Метод Крамерса-Кроніга. Фізичні та математичні основи дисперсійних співвідношень.
- Тема 4.** Оптична спектроскопія, еліпсометрія як метод дослідження фізичних властивостей поверхні речовин та тонких плівок.

#### Змістовий модуль 2. Люмінесценція. Дослідження речовини методами мас-спектроскопії та електронного парамагнітного резонансу.

- Тема 5.** Спектрально-кінетичні методи досліджень передачі енергії збудження в конденсованих системах. Люмінесцентний аналіз. Основні закономірності, параметри спектрів. Застосування кристалофосфорів.
- Тема 6.** Фізичні основи Фур'є-спектроскопії та її інформаційні можливості.
- Тема 7.** Мас-спектроскопія, як метод дослідження хімічного складу речовин.
- Тема 8.** Електронний парамагнітний резонанс (ЕПР). Фізичний зміст параметрів спектрів. Тонка структура спектрів ЕПР. Інформаційні можливості методу.

### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	ср	
1	2	3	4	5	6	7
<b>МОДУЛЬ 1</b>						
<b>Змістовий модуль 1. Рентгенівські та оптико-спектральні методи дослідження.</b>						
<b>Тема 1.</b> Вступ. Основні етапи розвитку фізичних методів досліджень, їх класифікація, інформаційні можливості. Сучасний стан та перспективи	4	2				2
<b>Тема 2.</b> Рентгенівська, рентгеноелектронна та фотоелектронна спектроскопія як метод дослідження енерге-	6	2				4

тичної структури і вивчення атомів у хімічних сполуках. Інформативні можливості рентгенівської ФЕС: хімічні зміщення основних рівнів, структура валентної зони.						
<b>Тема 3.</b> Оптичні спектри власного поглинання та відбивання кристалів. Вимірювальні та розрахункові параметри. Метод Крамерса-Кроніга. Фізичні та математичні основи дисперсійних співвідношень.	18	2		6		10
<b>Тема 4.</b> Оптична спектроскопія, еліпсометрія як метод дослідження фізичних властивостей поверхні речовин та тонких плівок.	14	2		4		8
<b>Разом - зм. модуль 1.</b>	<b>42</b>	<b>8</b>		<b>10</b>		<b>24</b>
<b>Змістовий модуль 2. Люмінесценція. Дослідження речовини методами мас-спектроскопії та електронного парамагнітного резонансу.</b>						
<b>Тема 5.</b> Спектрально-кінетичні методи досліджень передачі енергії збудження в конденсованих системах. Люмінесцентний аналіз. основні закономірності, параметри спектрів. Застосування кристалофосфорів.	12	2		6		4
<b>Тема 6.</b> Фізичні основи Фур'є-спектроскопії та її інформаційні можливості.	6	2				4
<b>Тема 7.</b> Мас-спектроскопія, як метод дослідження хімічного складу речовин.	6	2				4
<b>Тема 8.</b> Електронний парамагнітний резонанс (ЕПР). Фізичний зміст параметрів спектрів. Тонка структура спектрів ЕПР. Інформаційні можливості методу.	6	2				4
<b>Разом – зм. модуль 2</b>	<b>30</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>6</b>		<b>16</b>
<b>Усього годин</b>	<b>72</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>16</b>		<b>40</b>

### **5. Темі семінарських занять**

Семінарських занять у курсі не передбачено.

### **6. Темі практичних занять**

Практичних занять у курсі не передбачено.

## 7. Темы лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Напівкількісний спектральний аналіз металів і сплавів. Стилоскоп спектр.	4
2.	Визначення концентрації хрому в рубіні.	2
3.	Визначення ширини забороненої зони напівпровідників по краю власного поглинання.	4
4.	Визначення товщини тонких плівок інтерференційним методом. Інтерферометр Линника.	2
5.	Визначення температури плазми дуги за молекулярним спектром.	4
	<b>Всього за семестр</b>	<b>16</b>

## 8. Самостійна робота

### Лекції, лабораторні

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Вступ. Основні етапи розвитку фізичних методів досліджень, їх класифікація, інформаційні можливості. Сучасний стан та перспективи.	2
2.	Рентгенівська, рентгеноелектронна та фотоелектронна спектроскопія як метод дослідження енергетичної структури і вивчення атомів у хімічних сполуках. Інформативні можливості рентгенівської ФЕС: хімічні зміщення основних рівнів, структура валентної зони.	4
3.	Оптичні спектри власного поглинання та відбивання кристалів. Вимірювальні та розрахункові параметри. Метод Крамерса-Кроніга. Фізичні та математичні основи дисперсійних співвідношень.	2
4.	Оптична спектроскопія, еліпсометрія як метод дослідження фізичних властивостей поверхні речовин та тонких плівок.	2
5.	Спектрально-кінетичні методи досліджень передачі енергії збудження в конденсованих системах. Люмінесцентний аналіз. Основні закономірності, параметри спектрів. Застосування кристалофосфорів	4
6.	Фізичні основи Фур'є-спектроскопії та її інформаційні можливості.	2
7.	Мас-спектроскопія, як метод дослідження хімічного складу речовин.	2
8.	Електронний парамагнітний резонанс (ЕПР). Фізичний зміст параметрів спектрів. Тонка структура спектрів ЕПР. Інформаційні можливості методу.	2
9.	Напівкількісний спектральний аналіз металів і сплавів. Стилоскоп спектр.	4
10.	Визначення концентрації хрому в рубіні.	4
11.	Визначення ширини забороненої зони напівпровідників по краю власного поглинання.	4
12.	Визначення товщини тонких плівок інтерференційним методом. Інтерферометр Линника.	4
13.	Визначення температури плазми дуги за молекулярним спектром.	4
	Разом :	40

## 10. Методи контролю

Контроль засвоєння матеріалу включає:

Робота на лабораторних заняттях (40 балів), робота на лекціях (10 балів), контрольна перевірка знань за змістовими модулями (40 балів), підсумкове заняття (10 балів). Сумарна оцінка, таким чином, виставляється за 100-бальною шкалою;

## 11. Розподіл балів, що присвоюється студентам

*Розподіл балів, які отримують студенти (для заліку)*

Поточне тестування та самостійна робота						Підсумкове заняття	Сума
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2				
Л	Лаб.	К	Л	Лаб.	К		
5	20	20	5	20	20	10	100

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



### ***13. Рекомендована література***

#### **Базова**

1. Блохин М.А. Методы рентгеноспектральных исследований. М.: 1969 – 380 с.
2. Марфунин А.С. Спектроскопия, люминесценция и радиационные центры в минералах. М.: Недра, 1975. – 327 с.
3. Карлсон Т. Фотоэлектронная и оже-спектроскопия. Л.: Машиностроение, 1981. – 430 с.
4. Бабушкина А.А. и др. Методы спектрального анализа. М.: МГУ, 1962. – 347 с.
5. Соболев В.В., Немошкаленко В.В. Методы вычислительной физики в теории твердого тела. К.: Наукова думка, 1988. – 432 с.
6. Белл Р.Дж. Введение в Фурье-спектроскопию. М. 1975 – 340 с.
7. Альтшулер С.А., Козырев Б.М. Электронный парамагнитный резонанс. М.-Л., 1961.

#### **Допоміжна**

1. Бриггс Д., Сиха М.П. Анализ поверхности методами оже- и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. М.: Мир, 1987. – 567 с.
2. Фирменс Л.М. Венник Дж., Декейсера В. Электронная и ионная спектроскопия твердых тел. М.: Мир, 1981. – 486 с.
3. Немошкаленко В.В., Алешин В.Т. Электронная спектроскопия кристаллов. К.: Наукова думка, 1983. – 288 с.
4. Довгий Я.О.і ін. Методичні вказівки до використання мікроЕОМ у практикумі зі спецкурсу «Спектроскопія кристалів» (Дослідження спектрів відбивання і методика Крамерса-Кроніга). Львів: ЛДУ, 1989.
5. Крочук А.С., Підзирайло М.С. Лабораторні роботи з молекулярної спектроскопії і люмінесценції. Львів: ЛДУ, 1982.
6. Лазерная спектроскопия атомов и молекул. Под ред. Вальтера М.М.: 1979. – 432 с.
7. Кросс А. Введение в практическую ИК-спектроскопию. М.: 1963. – 236 с.
8. Громов В.К. Введение в эллипсомерию. М.: Наука, 1986. – 183 с.
9. Люминесцентный анализ. Под ред. М.А.Константиновой-Шлезингер. М., 1961. – 376 с.
10. Дж.Лакович. Основы флуоресцентной спектроскопии. М.: Мир, 1986. – 496 с.

### ***14. Інформаційні ресурси***

1. Wikipedia. <http://www.wikipedia.org>