

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені ІВАНА ФРАНКА

Кафедра (циклова комісія) фізики металів

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан фізичного факультету \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ****3.24 ДИФРАКЦІЙНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕРІАЛІВ**

\_\_\_\_\_ (шифр і назва навчальної дисципліни)  
галузь знань 0402 Фізико-математичні науки  
(шифр і назва галузі знань)  
напрямок підготовки 6.040204 - прикладна фізика  
(шифр і назва напрямку підготовки)  
спеціальність \_\_\_\_\_  
(шифр і назва спеціальності)  
спеціалізація \_\_\_\_\_  
(назва спеціалізації)  
факультет, відділення фізичний, денне  
(назва факультету, відділення)

2017 – 2018 навчальний рік

Робоча програма ДИФРАКЦІЙНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕРІАЛІВ  
(назва навчальної дисципліни)

для студентів за напрямом підготовки 6.040204 - прикладна фізика, спеціальністю \_\_\_\_\_.

Розробники: Миколайчук О.Г., професор кафедри фізики металів, кандидат фізико-математичних наук

\_\_\_\_\_ (вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри (предметної комісії) \_\_\_\_\_

Протокол від “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_\_

Завідувач кафедри фізики металів \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (підпис) ( Мудрий С.І. )  
\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

Схвалено Вченою радою факультету

Протокол від “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року Голова \_\_\_\_\_ ( Якібчук П.М. )  
\_\_\_\_\_ (підпис) (прізвище та ініціали)

© \_\_\_\_\_, 20\_\_ рік  
© \_\_\_\_\_, 20\_\_ рік

### 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		<i>денна форма навчання</i>
Кількість кредитів — 4	Галузь знань <b>0402</b> <b>Фізико-математичні науки</b>	Нормативна
Модулів — 1	Напрямок підготовки <b>6.040204</b> <b>Прикладна фізика</b>	<i>Рік підготовки:</i> <b>4-й</b>
Змістових модулів — 2		<i>Семестр</i> <b>8-й</b>
Загальна кількість годин — <b>120</b>		<i>Лекції</i> <b>32 год.</b>
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних — 4 самостійної роботи студента —	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <b>бакалавр</b>	<i>Практичні, семінарські</i> —
		<i>Лабораторні</i> <b>32 год</b>
		<i>Самостійна робота</i> <b>56 год.</b>
		<i>Вид контролю:</i> <b>іспит</b>

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

Отримання інформації про структуру речовини – необхідний і найбільш трудомісткий етап створення нових матеріалів і технологій, які визначають технічний прогрес всіх напрямів людської діяльності.

В програмі представлено основні дифракційні методи дослідження матеріалів, з більш детальним висвітленнями методу рентгеноструктурного аналізу який є на даний час одним з найбільш широко розповсюджених і доступних методів дослідження кристалічної структури, якісного і кількісного аналізу, складу досліджуваної речовини та його зміни при зовнішніх впливах.

**Мета:** Ознайомлення студентів з основними принципами та методами дифракційного аналізу атомної структури кристалічних матеріалів, поглиблення уявлень про фізичні явища, які лежать в основі представлених в курсі методів дослідження структури речовини. Ознайомлення студентів з основними можливостями і обмеженнями цих методів і закріплення цих знань в процесі самостійної роботи на сучасному обладнанні.

### **Завдання:**

1. Засвоєння студентами теоретичних основ і можливостей сучасних методів дослідження структури та особливостей сучасної апаратури.
2. Формування цілісних уявлень про основні методи що застосовуються в структурних дослідженнях.
3. Ознайомлення студентів з сучасними тенденціями в розвитку експериментальної бази рентгеноструктурних досліджень і математичного забезпечення для обробки експериментальних даних.

В результаті вивчення даного курсу студент повинен

### **знати:**

1. основні фізичні процеси що відбуваються при взаємодії рентгенівських променів, електронів та нейтронів з речовиною.
2. теорію та практику дослідження структури моно- та полікристалів методами дифракції рентгенівських променів..
3. математичні методи обробки результатів дифракційного експерименту.

### **вміти:**

1. будувати основні кристалографічні проекції монокристалів та визначати індекси площин.
2. проводити розшифровку рентгенограм моно- та полікристалів.
3. користуватися фізичною апаратурою та свідомо проводити експериментальні дослідження; обробляти результати експериментів, застосовувати здобуті знання на практиці.

## МОДУЛЬ 1

### *Змістовий модуль 1. Рентгенівські промені та їх взаємодія з речовиною.*

<b>Тема 1.</b> Фізика рентгенівських променів.
<b>Тема 2.</b> Неперервний та характеристичний спектр рентгенівських променів.
<b>Тема 3.</b> Геометричні умови виникнення дифракційних максимумів на кристалі.
<b>Тема 4.</b> Розсіяння рентгенівських променів на кристалі. Атомна і структурна амплітуди розсіяння.
<b>Тема 5.</b> Індексуювання дебаєграм і дифрактограм.
<b>Тема 6.</b> Рентгенографічний фазовий аналіз
<b>Тема 7.</b> Рентгенографічні методи визначення субструктури
<b>Тема 8.</b> Рентгенографічне визначення структурних змін при пружному деформуванні
<b>Тема 9.</b> Рентгенографічне визначення структурних змін при пластичному деформуванні

### *Змістовий модуль 2. Методи дослідження структури матеріалів.*

<b>Тема 10.</b> Дифракція електронів.
<b>Тема 11.</b> Основне рівняння електронографії.
<b>Тема 12.</b> Одержання електронограм від полікристалічних зразків.
<b>Тема 13.</b> Індексуювання електронограм від полікристалічних зразків
<b>Тема 14.</b> Розшифровка точкових електронограм. Побудова оберненої ґратки.
<b>Тема 15.</b> Дифракція повільних електронів.
<b>Тема 16.</b> Дифракція нейтронів.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усьо-го	у тому числі				
л		п	лаб	інд	сп	
1	2	3	4	5	6	7
<b>МОДУЛЬ 3</b>						
<b>Змістовий модуль 1. Рентгенівські промені та їх взаємодія з речовиною.</b>						
Тема 1. Фізика рентгенівських променів.						
Тема 2. Неперервний та характеристичний спектр рентгенівських променів.						
Тема 3. Геометричні умови виникнення дифракційних максимумів на кристалі.						
Тема 4. Розсіяння рентгенівських променів на кристалі. Атомна і структурна амплітуди розсіяння.						
Тема 5. Індксування дебаєграм і дифрактограм.						
Тема 6. Рентгенографічний фазовий аналіз						
Тема 7. Рентгенографічні методи визначення субструктури						
Тема 8. Рентгенографічне визначення структурних змін при пружному деформуванні						
Тема 9. Рентгенографічне визначення структурних змін при пластичному деформуванні						
<b>Разом – зм. модуль 1</b>		<b>18</b>				
<b>Змістовий модуль 2. Методи дослідження структури кристалів.</b>						
Тема 10. Дифракція електронів.						
Тема 11. Основне рівняння електронографії.						
Тема 12. Одержання електронограм від полікристалічних зразків.						
Тема 13. Індксування електронограм від полікристалічних зразків						
Тема 14. Розшифровка точкових електронограм. Побудова оберненої ґратки.						

<b>Тема 15.</b> Дифракція повільних електронів.						
<b>Тема 16.</b> Дифракція нейтронів.						
<b>Разом – зм. модуль 2</b>		<b>14</b>				
<b>Усього годин</b>		<b>32</b>		<b>32</b>		<b>56</b>

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	К-сть годин
1	Розшифровка дебаєграм.	4
2	Визначення фазового складу рентгенівським методом з аналізу розміщення дифракційних максимумів на дебаєграмі	4
3	Розшифрування дифрактограм і визначення фазового складу речовини	4
4	Прецизійне визначення періодів кристалічної ґратки	4
5	Визначення сталої електроно-графа	4
6	Індексування електронограм від полікристалів.	4
7	Визначення процентного вмісту елементів у твердому розчині заміщення	4
8	Індексування точкових електронограм	4
9	<b>Всього за семестр</b>	<b>32</b>

### 8. Самостійна робота лекцій, практичні

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дифрактометри. Схема Бреґа-Брентано та Дебая-Шерера.	4
2	Основні похибки рентгенографічних вимірювань.	4
3	Інтенсивність дифракційних максимумів. Структурна амплітуда.	4
4	Побудова теоретичної дифрактограми.	4
5	Повнопрофільний аналіз.	4
6	Динамічна дифракція рентгенівських променів в ідеальних кристалах.	4
7	Дослідження особливостей дзеркального відбивання рентгенівського випромінювання від довільних багаточарових структур.	4
8	Дзеркальне відбивання рентгенівських променів в умовах ковзаючої дифракції.	4
9	Визначення структури кристалів методом Фур'є на основі рентгенодифрактометричних досліджень.	4
10	Рентгенографічні методи дослідження структури некристалічних об'єктів.	4
11	Застосування методу рентгенівської дифрактометрії для вирішення проблем матеріалознавства.	4
	<b>Всього за семестр</b>	<b>44</b>

*лабораторні*

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Індиціювання рентгенограм аналітичним методом. Кубічна сингонія.	2
2	Індиціювання рентгенограм аналітичним методом. Середні сингонії: тетрагональна і гексагональна.	2
3	Індиціювання рентгенограм методом гомології.	2
4	Рентгенівська топографія в розхідному пучку.	2
5	Одержання та розрахунок рентгенограм від нерухомого монокристалу.	2
6	Дослідження структури кристалів методами обертання або коливання.	2
<b>Всього за семестр</b>		<b>12</b>

### *10. Методи контролю*

Контроль засвоєння матеріалу включає:

- 1) поточний контроль ( 2 колоквіуми за двома змістовими модулями,  $2 \times 9 = 18$  балів), оцінку відповідей на лабораторних заняттях (32 бали) - разом за семестр 50 балів.
  - 2) іспит, на який виносяться 2 питання по 25 балів кожне— разом 50 балів.
- Сумарна оцінка, таким чином, виставляється за 100-бальною шкалою;
- 3) контроль за виконанням лабораторних робіт шляхом тестового допуску до лабораторної роботи (1 бал), захист лабораторних робіт (3 бали).

### *11. Розподіл балів, що присвоюється студентам*

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

Поточне тестування та самостійна робота				Підсумковий тест (екзамен)	Сума						
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2									
робота на лаборант.		Колоквіум 1		робота на лаборант.		Колоквіум 2					
4	4	4	4	9	4	4	4	4	9	50	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	<b>A</b>	<i>Відмінно</i>	<i>Відмінно</i>	<i>Зараховано</i>
81-89	<b>B</b>	<i>Дуже добре</i>	<i>Добре</i>	
71-80	<b>C</b>	<i>Добре</i>		
61-70	<b>D</b>	<i>Задовільно</i>	<i>Задовільно</i>	
51-60	<b>E</b>	<i>Достатньо</i>		

## ***12. Методичне забезпечення***

1. Р.В.Шпанченко и М.Г.Розова Рентгенофазовый анализ. Методическая разработка для спецпрактикума к курсу лекций “Практические аспекты рентгеновской дифрактометрии” М. – 1998, 25 с.

## ***13. Рекомендована література***

Базова

1. Уманский Я.С. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. М., Металлургия, 1982, 632с.
2. Дутчак Я.Й. Рентгенівський практикум. Львів. 1975, 92с.
3. Кавич Й.В., Миколайчук О.Г. Розсіяння рентгенівських променів і структура речовини. Львів. ЛДУ. 1992, 128с.
4. Г. П. Кушта Рентгенографія металів Видавництво Львівського університету, 1959, 386с.
5. Миколайчук А.Г., Фреик Д.М., Кланичка В.М. Рентгенодифракционные методы исследования тонкой кристаллической структуры материалов. Львов. 1985, 80с.

Додаткова

1. А. И. Китайгородский Рентгеноструктурный анализ М., 1950 650с.
2. А. И. Китайгородский Рентгеноструктурный анализ мелкокристаллических и аморфных тел. М.: 1952 588 с.
3. Б. К. Вайнштейн. Структурная электронография. М.,1956, 315с.

## ***14. Інформаційні ресурси***

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