МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ *ФІЗИЧНИЙ*
КАФЕДРА *ФІЗИКИ МЕТАЛІВ*

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан *фізичного* факультету

_____ *Горбенко В.І.*
(підпис) (ініціали та прізвище)

«13» _____ 2016

ДИФРАКЦІЙНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

(назва навчальної дисципліни)

2.2.5 "ДИФРАКЦІЙНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ"

напрям підготовки 6.040203 Фізика

спеціалізація Фізичне матеріалознавство

2016-2017 навчальний рік

Робоча програма «*Дифракційні методи дослідження*» для студентів за напрямом підготовки 6.040203 – Фізика «31» серпня, 2016 року - 15 с

Розробник програми: *доцент, к.ф.-м.н., Смоляков О.В.*

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізики металів
Протокол: від «31» серпня 2016 року № 1
Завідувач кафедри _____/В.В Гіржон /
"31" серпня 2016 року

Схвалено науково-методичною радою фізичного факультету
Протокол від «13» 09 2016 року № 2
Голова _____/Н.І. Тихонська/

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	**заочна форма навчання**
Кількість кредитів – 12	Галузь знань 0402 «Фізико-математичні науки»	Варіативна	
	Напрям підготовки 6.040203 –Фізика		
Розділів – 4	Спеціалізація фізичне матеріалознавство	**Рік підготовки:**	
Змістових модулів – 5		*4*-й	
Індивідуальне науково-дослідне завдання *реферат*		**Семестр**	
Загальна кількість годин - *414*		*7,8* -й	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – *5* самостійної роботи студента - 13	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	**Лекції, год**	
		44	
		Практичні, семінарські, год	
		–	
		Лабораторні, год	
		76	
		Самостійна робота	
		294	
		Індивідуальні завдання: –	
		Вид контролю: *залік*	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – *1:3*
для заочної форми навчання –

2. **Мета та завдання навчальної дисципліни**

Метою викладання навчальної дисципліни “Дифракційні методи дослідження” є отримання студентами навичок в галузі виконання дифракційних експериментів, їх обчислені та аналізу; формування знань з сучасних методів дослідження металів та сплавів, а також придбання навиків роботи на приладах та обробки отриманих результатів. Поглибити знання отримані студентами при вивченні загальних курсів фізики, а саме з фізики рентгенівських променів та дифракції хвиль. Придбати навички вибору умов зйомки дифрактограм для визначення фазового складу металів та сплавів, визначення елементів симетрії кристалічної гратки, встановлення періоду ідентичності в кристалах, встановлення деяких фізичних характеристик речовин. Придбати навички роботи на рентгенівському дифрактометрі.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Дифракційні методи дослідження» є:

- здобуття знань з питань теорії дифракційних методів дослідження фізичних властивостей речовин;
- засвоєння фундаментальних методів дифракційного аналізу;
- ознайомлення студентів з обладнанням і основними характеристиками дифрактометрів;
- формування у студентів навичок дифракційного аналізу структури та фізичних властивостей;
- засвоєння основних методів дослідження структури полікристалічних та монокристалічних матеріалів;
- отримання студентами такого оптимального рівня знань, який дає змогу самостійно виконувати наукову діяльність в галузі дифракційного аналізу.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати:

природу та характеристики рентгенівського випромінювання;
характер взаємодії рентгенівського випромінювання із речовиною.
основні питання дифракції рентгенівського випромінювання;
будову та юстування камери Дебая;
будову та принцип роботи дифрактометрів;
методи якісного та кількісного аналізу;

вміти:

визначати фазовий склад речовини за дифракційною картиною;
індиціювати дифракційну картину;
проводити кількісний фазовий аналіз;
одержувати дифракційні картини від монокристалів;
готувати зразки для дифракційного аналізу;
працювати на дифрактометрі ДРОН-3;

3. Програма навчальної дисципліни

Розділ 1.

Змістовий модуль 1. (Рентгенівське випромінювання та його взаємодія з речовиною)

Тема 1. Природа рентгенівського випромінювання.

Тема 2. Взаємодія рентгенівського випромінювання з речовиною. Змістовий модуль 2. (Теорія розсіювання рентгенівського випромінювання.)

Тема 1. Розсіювання рентгенівських променів електронами.

Тема 2 Розсіювання рентгенівських променів атомом. Атомний фактор.

Розділ 2.

Змістовий модуль 3. (Розсіювання рентгенівського випромінювання реальними кристалами.)

Тема 1. Розсіювання рентгенівського випромінювання кристалом малого розміру.

Тема 2. Вплив температури на дифракцію рентгенівського випромінювання. Температурний множник Дебая.

Тема 3. Інтегральна інтенсивність відбивання від полікристала.

Розділ 3.

Змістовий модуль 4. (Основні методи рентгеноструктурного аналізу.)

Тема 1 Метод Лауе.

Тема 2 Метод обертання монокристалу.

Тема 3 Метод Дебая –Шеррера. Дифрактометричні методи. Юстування за Брегом-Брентано

Розділ 4.

Змістовий модуль 5. (Рентгенографічне дослідження структури рідин та аморфних тіл.)

Тема 1 Розсіювання рентгенівських променів рідиною та аморфними тілами.

Тема 2 Одержання та аналіз рентгенограм аморфних тіл і рідин.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	с	лаб	інд	с.р.		л	с	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1.												
Змістовний модуль 1. Рентгенівське випромінювання та його взаємодія з речовиною.												
Тема 1. *Природа рентгенівського випромінювання*	14	2	-	2		10						
Тема 2. *Взаємодія рентгенівського випромінювання з речовиною.*	32	4	-	8		20						
Разом за змістовим модулем 1	46	6	-	10		30						
Змістовий модуль 2. Теорія розсіювання рентгенівського випромінювання.												
Тема 1. *Розсіювання рентгенівських променів електронами*.	28	2	-	4		22						
Тема 2. *Розсіювання рентгенівських променів атомом. Атомний фактор.*	34	4	-	4		26						
Разом за змістовим модулем 2	62	6	-	8		48						

Розділ 2.												
Змістовий модуль 3. Розсіювання рентгенівського випромінювання реальними кристалами.												
Тема 1. *Розсіювання рентгенівського випромінювання кристалом малого розміру***.**	46	6		12		28						
Тема 2. *Вплив температури на дифракцію рентгенівського випромінювання. Температурний множник Дебая.*	28	2		2		22						
Тема 3. *Інтегральна інтенсивність відбивання від полікристала.*	36	4	-	4		28						
Разом за змістовим модулем 3	108	12		18		78						
Розділ 3.												
Змістовий модуль 4. Основні методи рентгеноструктурного аналізу.												
Тема 1 *Метод Лауе.*	30	4	-	6	-	20						
Тема 2 *Метод обертання монокристалу.*	29	2	-	4		23						
Тема 3 *Метод Дебая – Шеррера. Дифрактометричні методи. Юстування за Брегом-Брентано*	40	4		10		26						
Разом за змістовим модулем 4	99	10	-	20		69						

Розділ 4.												
Змістовний модуль 5. Рентгенографічне дослідження структури рідин та аморфних тіл.												
Тема1. *Розсіювання рентгенівських променів рідиною та аморфними тілами.*	47	4	-	10		33						
Тема 2. *Одержання та аналіз рентгенограм аморфних тіл і рідин.*	52	6	-	10		36						
Разом за змістовим модулем 5	99	10	-	20	-	69						
Усього годин	414	44	-	76		294						

5. Теми лекційних занять

№ з/п	№ Теми	Назва теми	Кількість годин
Розділ 1.			
Змістовий модуль 1			
1	Т. 1	Природа рентгенівського випромінювання	2
2	Т. 2	Взаємодія рентгенівського випромінювання з речовиною.	4
Змістовий модуль 2.			
3	Т. 1	Розсіювання рентгенівських променів електронами.	2
4	Т. 2	Розсіювання рентгенівських променів атомом. Атомний фактор.	4
Розділ 2.			
Змістовий модуль 3.			
5	Т. 1	Розсіювання рентгенівського випромінювання кристалом малого розміру**.**	6
6	Т. 2	Вплив температури на дифракцію рентгенівського випромінювання. Температурний множник Дебая	2
7	Т. 3	Інтегральна інтенсивність відбивання від полікристала	4

Розділ 3.			
Змістовий модуль 4.			
8	Т. 1	Метод Лауе.	4
9	Т. 2	Метод обертання монокристала	2
10	Т. 3	Метод Дебая –Шеррера. Дифрактометричні методи. Юстування за Брегом-Брентано	4
Розділ 4.			
Змістовий модуль 5.			
11	Т. 1	Розсіювання рентгенівських променів рідиною та аморфними тілами.	4
12	Т. 2	Одержання та аналіз рентгенограм аморфних тіл і рідин.	6
		Разом	44

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Розділ 1		
1	Встановлення речовини за даними міжплощинних відстаней. Індиціювання рентгенограм речовин із кубічними гратками.	6
2	Встановлення речовини за даними міжплощинних відстаней	6
3	Індиціювання рентгенограм речовин із ґратками, що належать до середніх сингоній	6
Розділ 2		
4	Кількісний фазовий аналіз суміші порошків чистих металів	6
5	Визначення границі розчинності в двохкомпонентній системі методом рентгеноструктурного аналізу	6
6	Визначення орієнтування кристала по лауеграмі, знятої методом прямої зйомки	6
Розділ 3		
7	Розрахунок рентгенограм обертання, визначення періодів ідентичності, індиціювання інтерференційних максимумів	10
8	Теоретичний розрахунок рентгенограми полікристала	10
Розділ 4		
9	Дослідження фазового складу сталі, лазерно-легованої сполуками, що містять бор	10
10	Дифракційні дослідження кристалізації аморфних сплавів.	10
	Разом	76

7. Самостійна робота

№ з/п	№ Теми	Назва теми	Кількість годин
Розділ 1.			
Змістовий модуль 1			
1	Т. 1	Рентгенівські спектральні серії. Потенціал збудження. Основні закономірності в утворенні характеристичного рентгенівського спектра.	10
2	Т. 2	Спектри поглинання: залежність від довжини хвилі і атомного складу поглинаючої речовини. Номограма Беклена та Гайлінга для визначення масового коефіцієнта поглинання. Селективні β-фільтри. Просвічування матеріалів та виробів рентгенівськими та γ-променями. Дефектоскопія.	20
Змістовий модуль 2.			
3	Т. 1	Інтенсивність розсіювання неполяризованого випромінювання. Множник Томсона. Залежність інтенсивності розсіяних хвиль від напрямку. Поляризаційний множник. Врахування поляризаційного множника при використанні кристалів монохроматорів.	22
4	Т. 2	Визначення атомного фактора або атомної амплітуди. Атомний фактор як середнє значення для всіх атомів. Розсіювання атомами кристалу. Різниця фаз між хвилями розсіяними центром атома та електроном. Амплітуда хвиль розсіяних всіма електронами атома. Розсіювання атомами рідин та аморфних речовин. Залежність інтенсивності розсібванння атомами від кута дифракції. Дисперсійні поправки до атомного фактора.	26
Розділ 2.			
Змістовий модуль 3.			
5	Т. 1	Аналіз інтерференціїної функції Лауе. Вектори оберненого простору. Дифракційні співвідношення (умови) Лауе. Рівняння Лауе. Побудова Евальда, сфера Евальда. Зв'язок між рівнянням Лауе та формулою Вульфа-Бреггів. Розсіювання рентгенівського випромінювання елементарною коміркою із базисом. Структурна амплітуда. Структурний фактор кристалічної речовини. Правила загасання для ОЦК та ГЦК граток.	28
5	Т. 1	Зміщення атомів з вузлів ідеальної кристалічної	22

		гратки внаслідок теплових коливань атомів. Амплітуда розсіяних кристалом хвиль із врахуванням теплових коливань. Розрахунок середнього за часом значення інтенсивності розсіяних променів при наявності теплових коливань атомів. Фактор Дебая. Температурний множник інтенсивності Дебая. Вплив теплових коливань атомів на інтенсивність в залежності від кута дифракції.	
6	Т. 2	Вплив поглинання на інтенсивність дифракційних максимумів. Абсорбційний множник. Фактор повторюваності та його визначення. Кутовий множник інтенсивності. Фактор Лоренца. Інтегральна інтенсивність відбиття від полікристала.	28
Розділ 3.			
Змістовий модуль 4.			
	Т. 1	Метод Лауе та його особливості. Лауеграми та епіграми. Побудова Евальда для метода Лауе. Кристалографічні зони. Використання метода Лауе. Розшифровування лауеграм та епіграм. Дифракційні класи симетрії.	20
	Т. 2	Метод обертання монокристала та його особливості. Побудова Евальда для метода обертання монокристала. Встановлення періодів ідентичності кристалів. Сітка Бернала.	23
	Т. 3	Метод Дебая – Шеррера (метод порошку). Побудова Евальда для метода порошку. Вузол оберненої гратки для полікристалів. Дифрактометрія полікристалічних речовин. Юстування дифіактометрів за Бреггом-Брентано.	26
Розділ 4.			
Змістовий модуль 5.			
8	Т. 1	Функція радіального розподілу атомів. Амплітуда та ітенсивність розсіяних хвиль. Структурний фактор аморфної речовини. Визначення функції радіального розподілу атомів.	33
9	Т. 2	Аналіз функції радіального розподілу атомів. Координаційне число та координаційні сфери. Принципи одержування дифракційної картини від аморфної речовини та рідини. Нормування кривої розсіювання. Зміни структури при плавленні речовини.	36
		Разом	294

8. Види контролю та система накопичення балів

№ з/п	Назва теми	Кількість контрольних заходів у першому (другому) семестрі	Кількість балів за 1 захід у першому (другому) семестрі	Кількість балів у першому (другому) семестрі
1	Підготовка до лабораторних занять. Термін виконання – у межах підготовки до лабораторних занять	6 (4)	2 (2)	12 (8)
2	Захист результатів виконання лабораторних робіт.	6 (4)	4 (4)	24 (16)
3	Письмовий колоквіум по завершенню вивчення семестрового розділу 1 (3) (за умови написання повної розгорнутої відповіді на всі теоретичні питання)	1 (1)	12 (18)	12 (18)
4	Письмовий колоквіум по завершенню вивчення семестрового розділу 2 (4) (за умови написання повної розгорнутої відповіді на всі теоретичні питання)	1 (1)	12 (18)	12 (18)
5	Залік за результатами вивчення матеріалу семестрового курсу.	1 (1)	40 (40)	40 (40)
Разом		15 (11)		100 (100)

Критерії оцінювання за видами роботи та формами контролю

Форма контролю	Кількість балів	Примітки
ОЦІНЮВАННЯ ПІДГОТОВКИ ДО ПОТОЧНИХ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ		
Тему поточного заняття письмово відтворено у відповідності до вимог. Студент виявляє розуміння основоположних теоретичних теорій і фактів, уміє наводити приклади на підтвердження цього.	2	За 1 контрольний захід.

Студент обізнаний деякими поняттями, проте тема викладена не в повному обсязі.	1	
Домашня підготовка не виконана.	0	
ОЦІНЮВАННЯ ПОТОЧНИХ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ		
Студент грамотно та докладно викладає матеріал, виявляє розуміння основоположних теорій та фактів, відповідає на питання, вільно володіє матеріалом.	4	
Студент загалом володіє матеріалом, але викладає його непослідовно, користується конспектом, в наявності є оформлені результати виконання лабораторної роботи.	3	
Студент викладає матеріал не послідовно, повільно, незрозіміло, користуючись конспектом, є недосконало оформлені результати виконання лабораторної роботи.	1	
Студент не готовий до заняття.	0	
РЕЗУЛЬТАТ ВИКОНАННЯ ПИСЬМОВИХ КОЛОКВІУМІВ ОЦІНЮЄТЬСЯ ЗА ТАКОЮ ШКАЛОЮ – перший (другий) семестр		
Студент правильно виконує не менше 90% завдань; письмова робота оформлена акуратно та у відповідності до вимог. Всі завдання роботи повністю виконані без помилок, що відповідає виявленню студентом всебічного системного і глибокого знання програмного матеріалу; засвоєнню ним основної і додаткової літератури; чіткому володінню понятійним апаратом, методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою дисципліни; вмінню використовувати їх для розв’язання як типових, так і нетипових практичних ситуацій; виявленню творчих здібностей в розумінні, викладенні та використанні навчально-програмного матеріалу.	12 (18)	
Студент правильно виконує не менше 60% завдань. Всі завдання роботи повністю виконані без суттєвих помилок, що відповідає виявленню знань основного програмного матеріалу; засвоєнню інформації в межах теоретичного курсу; володінню необхідними методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою; вмінню використовувати їх для розв’язання типових ситуацій, припускаючи окремих незначних помилок	8 (12)	
Студент правильно виконує не менше 30% завдань. Всі завдання роботи повністю виконані без суттєвих помилок, що відповідає виявленню знань основного	5 (8)	

програмного матеріалу; засвоєнню інформації в межах теоретичного курсу; володінню необхідними методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою; вмінню використовувати їх для розв'язання типових ситуацій, припускаючи окремих незначних помилок;		
Студент правильно виконує менше 20% завдань. Студент володіє основними методами, без істотних помилок формулює основні твердження теоретичного питання; окремі завдання виконані з недоліками; у більшості завданнях зроблені грубі помилки або вони не виконані.	3 (4)	
Студент правильно виконує менше 10% завдань. Більше 90% всіх завдань роботи виконано не вірно, що відповідає виявленню значних прогалин у знаннях основного програмного матеріалу; не досить упевненому володінню окремими поняттями, методиками та інструментами, про що свідчать принципові помилки під час їх використання.	0	
Разом за один модуль	**30**	
Разом	**60**	
Мінімальний бал для допуску до підсумкового контролю (заліку або екзамену) – 35 балів		
ПІДСУМКОВИЙ СЕМЕСТРОВИЙ КОНТРОЛЬ		
Демонстрація сформованого мислення; знання і розуміння всього програмного матеріалу в повному обсязі; послідовне, логічне, обґрунтоване, безпомилкове викладення матеріалу; самостійне, впевнене і правильне застосування знань в конкретних умовах; вміле формування висновків та узагальнень.	40	
Демонстрація сформованого мислення; знання і розуміння всього програмного матеріалу в повному обсязі; послідовний, логічний, безпомилковий виклад матеріалу; правильне і без особливих труднощів застосування знань в конкретних умовах; формування висновків та узагальнень.	30	
Знання і розуміння тільки основного програмового матеріалу в обсязі, який дозволяє застосовувати наступний програмний матеріал; спрощений виклад матеріалу; застосування окремих знань в конкретних умовах при допомозі викладача;	20	

допущення окремих суттєвих помилок.		
Поверхове знання і розуміння основного програмного матеріалу; непослідовний виклад матеріалу з допущенням істотних помилок; невміння робити узагальнення та висновки; невміння застосовувати знання у практичній діяльності.	5	
Разом за семестр	**100**	

Шкала оцінювання: національна та ECTS

За шкалою ECTS	**За шкалою університету**	*За національною шкалою*	
		Екзамен	**Залік**
A	90 – 100 (відмінно)	*55 (відмінно)*	З*араховано*
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		

9. Рекомендована література

Основна

1. Егоров-Тисменко Ю. К. Кристаллография и кристаллохимия : учебник / Егоров-Тисменко Ю. К. – М. : КДУ, 2010. - 588 с.
2. Головачев В.П. Задачи по кристаллографии / Головачев В.П., Сафьянов Ю.Н., Чупрунови Е.В. – М.: Физматлит, 2003.– 208 с.
3. Горелик С.С. Рентгенографический и электронномикроскопический анализ.: Учеб. пособ. для вузов / Горелик С.С., Расторгуев Л.Н., Скаков Ю.А. – М.: МИСИС, 1994.-328 с.
4. Новиков И.И., Строганов Г. Б ., Новиков А.И. Металловедение, термообработка и рентгенография / Новиков И.И., Строганов Г. Б ., Новиков А.И. – М.: МИСИС, 1994. – 480с.

Додаткова

1. Иверонова В.И.Теория рассеяния рентгеновских лучей / Иверонова В.И., Ревкевич Г.П.– М.: Изд-во Моск. Ун.-та, 1978. – 278 с.
2. Вегман Е.Ф. Кристаллография, минералогия, петрография и рентгенография / Вегман Е.Ф., Руфанов Ю.Г., Федорченко И.Н. – М.: Металлургия, 1990. – 262 с.
3. Баррет Ч.С. Структура металлов / Баррет Ч.С., Масальский Т.Б. – М.: Металлургия, 1984. 354 с.
4. Томас Г. Просвечивающая электронная микроскопия / Томас Г., Горинджс М. Дж. – М.: Наука, 1983. –317 с.

10. Інформаційні ресурси

1. Електронний ресурс по предмету “Дифракційні методи дослідження” **http://refs.co.ua/74066-Rentgenostrukturnyiy_i_rentgenospektral_nyiy_analiz.html**
2. Електронний ресурс по предмету “Дифракційні методи дослідження” **http://www.twirpx.com/file/230817/**
3. Електронний ресурс по предмету “Дифракційні методи дослідження” **http://www.twirpx.com/file/292579/**