

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
кафедра фізичного матеріалознавства



СИЛАБУС
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Дифракційні методи дослідження фізичних властивостей матеріалів
третій освітньо-науковий рівень

Освітньо-наукова програма: **матеріалознавство**

Галузь знань: **13 Механічна інженерія**

Спеціальність: **132 Матеріалознавство**

Освітня кваліфікація: **доктор філософії з матеріалознавства**

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Дифракційні методи дослідження фізичних властивостей матеріалів <i>Вибіркова дисципліна</i>
Рівень вищої освіти	Третій (PhD)
Викладач	 Смоляков Олександр Васильович, доктор фізико-математичних наук, доцент, професор кафедри фізичного матеріалознавства.
Контактна інформація викладача	Телефон викладача: +380(66) 117 87 72 E-mail викладача: asmolyakov972@gmail.com Аудиторія: 169
Обсяг дисципліни	3 кредити, 90 годин, (лекції - 30 годин, самостійна робота - 60 годин) вид контролю - екзамен
Консультації	Згідно з графіком консультацій
2. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни	
Вивченню навчальної дисципліни «Дифракційні методи дослідження фізичних властивостей матеріалів» передують загальні та фахові знання, отримані при вивченні курсів фізики конденсованого стану, кристалографія та дефекти кристалічної будови, методи структурного аналізу матеріалів. Одержані знання з даної дисципліни можуть бути використані при подальшому в дослідницькій роботі, зокрема при дослідженнях фізичних та структурних характеристик матеріалів.	
3. Характеристика навчальної дисципліни	
В процесі вивчення дисципліни «Дифракційні методи дослідження фізичних властивостей матеріалів» студенти ознайомляться з дифракційними методами визначення фізичних та структурних характеристик матеріалів. Згідно з вимогами освітньо-наукової програми здобувачі повинні в результаті вивчення цієї навчальної дисципліни отримати такі компетентності:	

Інтегральна компетентність:

Здатність генерувати нові ідеї, проводити власні наукові дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

Загальні компетентності:

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу КЗ.01.

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях КЗ.02.

Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями КЗ.03.

Здатність приймати обґрунтовані рішення КЗ.05

Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово КЗ.08.

Здатність працювати автономно КЗ.10.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

Здатність виявляти та ставити проблеми в сфері матеріалознавства, приймати ефективні рішення для їх вирішення КС.01.

Здатність до критичного аналізу та прогнозування характеристик нових та існуючих матеріалів, параметрів процесів їх отримання і обробки та використання у виробі (або у виробничих умовах) КС.05.

Здатність розуміти та використовувати математичні та числові методи моделювання властивостей, явищ та процесів КС.06.

Очікувані програмні результати навчання:

ПРН1. Розуміти та застосовувати принципи системного аналізу, причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями в контексті існуючих теорій.

ПРН2. Виявляти, формулювати і вирішувати матеріалознавчі проблеми і задачі, зокрема у виборі обладнання та технологій термічної, хіміко-термічної та термомеханічної обробки..

ПРН6. Наукові навички у галузі інженерії для того, щоб успішно проводити наукові дослідження під як під керівництвом так і самостійно.

ПРН11. Використовувати сучасні методи для виявлення, постановки та розв'язування винахідницьких задач в галузі матеріалознавства, зокрема у розробці обладнання та технологій термічної, хіміко-термічної та термомеханічної обробки.

ПРН15. Проектувати нові матеріали та технології термічної обробки, розробляти, досліджувати та використовувати фізичні та математичні моделі матеріалів та процесів.

4. Мета вивчення навчальної дисципліни

Формування професійних компетенцій в області сучасних методів дослідження металів та сплавів, поглиблення знань отриманих студентами при вивченні загальних курсів фізики, а саме з фізики рентгенівських променів та дифракції хвиль, одержати знання основ визначення фазового складу металів та сплавів, визначення елементів симетрії кристалічної ґратки, встановлення періоду ідентичності в кристалах, встановлення деяких фізичних характеристик речовин.

5. Завдання вивчення дисципліни

6. Зміст навчальної дисципліни

В структурному плані зміст навчальної дисципліни поділяється на два змістовних модулі:

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

Тема 1. Вступ. Природа рентгенівського випромінювання.

Тема 2. Взаємодія рентгенівського випромінювання з речовиною. Послаблення інтенсивності прямого пучка. Закон Бугера. Поглинання та розсіювання рентгенівського випромінювання. Коефіцієнт лінійного послаблення. Масові коефіцієнти розсіювання та поглинання. 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.

Тема 3. Розсіювання рентгенівських променів електронами та атомами. Інтенсивність розсіювання неполяризованого випромінювання. Множник Томсона. Залежність інтенсивності розсіяних хвиль від напрямку. Поляризаційний множник. Визначення атомного фактора або атомної амплітуди. Атомний фактор. Розсіювання атомами кристалу та рідини. Дисперсійні поправки до атомного фактора.

Тема 4. Розсіювання рентгенівського випромінювання кристалом малого розміру. Розсіювання рентгенівського випромінювання ідеальною кристалічною ґраткою. Інтерференційна функція Лауе. Вектори оберненого простору. Рівняння Лауе. Сфера Евальда. Розсіювання рентгенівського випромінювання елементарною коміркою із базисом. Структурний фактор кристалічної речовини. Правила загасання.

Тема 5 . Вплив температури на дифракцію рентгенівського випромінювання.

Температурний множник Дебая. Амплітуда розсіяних кристалом хвиль із врахуванням теплових коливань. Фактор Дебая. Температурний множник інтенсивності Дебая.

Тема 6. Інтегральна інтенсивність відбивання від полікристала. Вплив поглинання на інтенсивність дифракційних максимумів. Абсорбційний множник. Фактор повторюваності та його визначення. Кутовий множник інтенсивності. Фактор Лоренца. Інтегральна інтенсивність відбиття від полікристала.

Змістовий модуль 2. Визначення фізичних та структурних характеристик речовини.

Тема 7. Основні методи рентгеноструктурного аналізу. Метод Лауе та його особливості. Кристалографічні зони, дифракційні класи симетрії. Метод обертання монокристала та його особливості. Метод Дебая – Шеррера (метод порошку). Дифрактометрія полікристалічних речовин. Юстування за Бреггом-Брентано.

Тема 8. Розсіювання рентгенівських променів рідиною та аморфними тілами. Функція радіального розподілу атомів. Структурний фактор аморфної речовини. Визначення функції радіального розподілу атомів.

Тема 9. Визначення числа та розмірів кристалів. Формула Селякова-Шеррера. Визначення розмірів зерен фотометодом. Розширення дифракційних максимумів внаслідок дисперсності зерен. Формула Селякова-Шеррера. Фізичне та інструментальне розширення. Елементи гармонічного аналізу. Апроксимація дифракційних максимумів аналітичними кривими.

Тема 10. Визначення характеристичної температури та статичних зміщень атомів у речовинах. Характеристична температура Дебая. Визначення характеристичної температури за відношенням інтенсивностей дифракційних максимумів одержаних при двох різних температурах. Визначення характеристичної температури за відношенням інтенсивностей пар ліній з різними індексами. Повні зміщення атомів як сума динамічних та статичних зміщень. Визначення статичних спотворень кристалічної ґратки.

Тема 11. Вплив механічних напружень на дифракційну картину. Класифікація механічних напружень в матеріалах. Неруйнівні методи визначення механічних напружень. Дифракційний аналіз однорідної деформації. Дифракційний аналіз об'ємної деформації. Зв'язок між напруженнями та деформацією для об'ємного розподілу напружень. Метод $\sin^2 \psi$.

Тема 12. Рентгенографічний аналіз переважних орієнтувань.

Виникнення текстури та її вплив на фізичні властивості. Вісь орієнтування. Вісь текстури. Аксіальна текстура. Текстура конусного волокна, кільцева текстура. Текстура прокатки. Рентгенографічний аналіз аксіальної текстури. Прямі полюсні фігури. Будова та принцип роботи текстурдифрактометра. Дифрактометричний метод побудови полюсних фігур прокатки.

Тема 13. Нейтроннографічні методи дослідження структури. Джерела нейтронів. Взаємодія нейтронів із речовиною. Детектори нейтронів. Захист від іонізуючого випромінювання. Особливості дифракції нейтронів. Дослідження гідридів металів. Дослідження впорядкованих твердих розчинів. Дослідження антиферомагнетиків.

7. План вивчення навчальної дисципліни

Лекційний курс

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ. Природа рентгенівського випромінювання.	2
2	Взаємодія рентгенівського випромінювання з речовиною.	2
3	Розсіювання рентгенівських променів електронами та атомами.	2

4	<i>Розсіювання рентгенівського випромінювання кристалом малого розміру.</i>	4
5	<i>Вплив температури на дифракцію рентгенівського випромінювання. Температурний множник Дебая.</i>	2
6	<i>Інтегральна інтенсивність відбивання від полікристала.</i>	2
7	<i>Основні методи рентгеноструктурного аналізу.</i>	2
8	<i>Розсіювання рентгенівських променів рідиною та аморфними тілами.</i>	2
9	<i>Визначення числа та розмірів кристалів. Формула Селякова-Шеррера.</i>	2
10	<i>Визначення характеристичної температури та статичних зміщень атомів у речовинах.</i>	4
11	<i>Вплив механічних напружень на дифракційну картину.</i>	2
12	<i>Рентгенографічний аналіз переважних орієнтувань.</i>	2
13	<i>Нейтроннографічні методи дослідження структури.</i>	2

Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	<i>Історія розвитку дифрактометричних методів дослідження речовини</i>	2
2	<i>Встановлення речовини за даними міжплощинних відстаней.</i>	6
3	<i>Індиціювання рентгенограм речовин із кубічними ґратками.</i>	6
4	<i>Індиціювання рентгенограм речовин із ґратками, що належать до середніх сингоній.</i>	6
5	<i>Кількісний фазовий аналіз сплавів.</i>	8
6	<i>Визначення границі розчинності у двокомпонентній системі методом рентгеноструктурного аналізу.</i>	6
7	<i>Визначення орієнтування кристала за методом Лауе</i>	10
8	<i>Визначення періодів ідентичності, індиціювання інтерференційних максимумів у методі обертання монокристалу.</i>	8
9	<i>Теоретичний розрахунок рентгенограми полікристала</i>	8

8. Система та критерії оцінювання курсу

Засоби оцінювання

Для реалізації перевірки знань, залежно від форми контролю, використовують такі методи, як усне, письмовий контроль (перевірка виконаних групою модульних контрольних робіт), тестовий контроль.

Підсумковий контроль з освітнього компонента здійснюється у формі екзамену.

Критерії оцінювання

Поточне тестування та самостійна робота													Сума
Змістовий модуль №1						Змістовий модуль № 2							
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	
5	5	10	10	10	10	5	5	10	10	5	10	5	100

T1, T2 ... T8 – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
85-89	добре	
75-84		
70-74	задовільно	
60-69		
35-59	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

9. Політика курсу

Політика щодо відвідування. Відвідування є обов'язковим. Допускається пропуски занять з поважних причин (наприклад, лікарняні, стажування, мобільність, індивідуальний графік тощо), які підтверджуються документально. Відпрацювання пропущених занять проводяться згідно з графіком консультацій викладачів або в режимі он-лайн на платформі Zoom.

Політика щодо проведення аудиторних занять. Під час проведення аудиторних занять слід дотримуватися встановленого порядку, брати активну участь в обговоренні запропонованих питань, висловлюючи та відстоюючи власну думку, виказуючи повагу та толерантність до чужої думки. Мобільні пристрої можна використовувати. За «гострої» потреби дозволяється залишати аудиторію на короткий час.

Політика щодо академічної доброчесності спрямована на самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання.