

Силабус
освітнього компонента ОК 3
(умовне позначення ОК в освітній програмі (ОП))

Сучасні методи рентгеноструктурного аналізу

Назва дисципліни:	Сучасні методи рентгеноструктурного аналізу
Рівень вищої освіти:	другий (магістерський)
Галузь знань:	13 Механічна інженерія
Спеціальність:	132 Матеріалознавство
Освітньо-професійна (Освітньо-наукова) програма:	«Матеріалознавство»
Сторінка курсу в Moodle:	https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=1588
Рік навчання:	1
Семестр:	1 (осінній)
Обсяг освітнього компонента	4 кредити (120 годин)
Форма підсумкового контролю	Екзамен
Консультації:	за графіком
Назва кафедри:	Технологія металів та матеріалознавства
Мова викладання:	Українська
Керівник курсу:	Столбовий В'ячеслав Олександрович д.т.н., ст. досл.
Контактний телефон:	+380635731896
E-mail:	stolbovoy1907@gmail.com

Короткий зміст освітнього компонента:

Метою дати теоретичні та практичні знання про методи аналізу атомно-кристалічної структури металів та сплавів.

Предмет: вивчення особливостей формування рентгенівських інтерференційних картин дисперсних матеріалів, отриманих різними методами, для визначення на їх основі структури, фазового складу, розмірів кристалітів, тонкої структури (розмір блоків, величину мікронапружень, щільність дислокацій) у широкому інтервалі дисперсності, сучасні методики контролю структурних змін в дисперсних матеріалів на різних стадіях отримання..

Основними завданнями вивчення навчальної дисципліни є засвоєння студентами вміння встановлювати взаємозв'язок між хімічним складом, внутрішньою будовою та різноманітними фізико-хімічними і механічними властивостями матеріалів, в т.ч. дисперсних.

Передумови для вивчення освітнього компонента: вища математика; фізика; хімія, матеріалознавство.

Компетентності, яких набуває здобувач:

Загальні компетентності:

ЗК.03 Здатність розробляти та управляти проектами.

ЗК.06 Здатність працювати та в команді.

Спеціальні (фахові) компетентності:

СК.02 Здатність планувати та проводити дослідження в сфері матеріалознавства у лабораторних та виробничих умовах на відповідному рівні з використанням сучасних методів і методик експерименту.

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

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

СК.09 Здатність обґрунтовано здійснювати вибір технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів і виробів, для конкретних умов експлуатації.

СК.13 Здатність здійснювати науково-дослідну експертизу руйнування, передчасних відмов виробів та стану конструкцій для розробки методів збільшення експлуатаційного ресурсу деталей, вузлів, обладнання автомобільного транспорту, будівельно-дорожніх, підйомно-транспортних машин з метою відбудови економіки України у післявоєнний період.

Результати навчання відповідно до освітньої програми:

РН 4. Застосовувати сучасні інформаційні технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач матеріалознавства.

РН 6. Наукові навички у галузі інженерії для того, щоб успішно проводити наукові дослідження як під керівництвом так і самостійно.

РН 11. Використовувати сучасні методи для виявлення, постановки та розв'язування винахідницьких задач в галузі матеріалознавства.

РН 13. Планувати і виконувати експериментальні матеріалознавчі дослідження, обирати відповідні обладнання та методики, здійснювати статистичну обробку і статистичний аналіз результатів експериментів, обґрунтовувати висновки.

РН 15. Проектувати нові матеріали, розробляти, досліджувати та використовувати фізичні та математичні моделі матеріалів та процесів.

Тематичний план

№ теми	Назва тем (ЛК, ЛР, ПЗ, СР)	Кількість годин	
		очна	заочна
1	2	3	4
1	ЛК. Розсіювання рентгенівських променів кристалами.	2	-
	ЛР. Рентгенівські промені і рентгенотехніка	2	-
	СР. Дифракційна картина двомірної ґратки. Інтерференційні рівняння Лауе.	6	-
2	ЛК. Інтерференційна функція Лауе. Аналіз інтерференційної функції. Представлення інтерференційної функції в зворотньому просторі.	2	-
	ЛР. Рентгенівські промені і рентгенотехніка	2	-
	СР. Зв'язок інтерференційних рівнянь зі зворотним ґратами. Рівняння Евольда.	8	-
3	ЛК. Основні методи рентгеноструктурного аналізу. Метод Лауе, метод обертання, метод полікристала.	2	-
	ЛР. Індикування рентгенограм речовин кубічної системи	2	-
	СР. Обґрунтувати доцільність застосування фотографічних і дифрактометричних методів дослідження матеріалів..	6	-
4	ЛК. Рентгенівська дифрактометрія. Інтенсивність інтерференційних максимумів. Інтегральна інтенсивність відбиття від полікристалу. Вплив різних факторів на інтенсивність розсіювання кристалами.	2	-
	ЛР. Індикування рентгенограм речовин кубічної системи	2	-
	СР. Метод Регінґера виділення $K\alpha$ -складової.	6	-
5	ЛК. Методи монохроматизації. Детектори рентгенівського випромінювання.	2	-

	ЛР Прецизійний вимір періоду. Кристалічні ґрати	2	-
	СР. Рентгенографічне визначення пружних констант.	8	-
6	ЛК. Параметр кристалічної решітки. Прецизійне визначення періоду решітки. Графічний метод Речинґера..	2	-
	ЛР. Якісний фазовий аналіз	2	-
	СР. Визначення розміру зерен по числу рефлексів на дифракційному кільці.	8	-
7	ЛК. Врахування внутрішніх напружень на період решітки.	2	-
	ЛР. Якісний фазовий аналіз	2	-
	СР. Графічний метод Холла поділу дисперсності і мікродеформацій.	8	-
8	ЛК. Ширина дифракційної лінії. Класифікація кристалічних дефектів, які впливають на ширину дифракційної лінії: розмір блоків, мікронапруження, дефекти укладення, неоднорідність твердих розчинів.	2	
	ЛР. Кількісний фазовий аналіз	2	-
	СР. Рентгеноаналіз залишкових напружень. Визначити завдання рентгенівської тензометрії..	8	
Разом	ЛК	16	
	ЛР	16	
	СР	58	
	Підготовка до іспиту	30	

Індивідуальне навчально-дослідне завдання (за наявності):

Методи навчання:

- МН1 – словесний метод (лекція, пояснення, розповідь);
- МН2 – практичний метод (лабораторні заняття);
- МН3 – наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- МН4 – робота з навчально-методичною літературою;
- МН6 – самостійна робота.

Форми та методи оцінювання

- ФМО1 – міжсесійний контроль (поточна перевірка)
- ФМО2 – підсумковий контроль (семестровий іспит)
- ФМО3 – усний контроль (бесіда)

Система оцінювання та вимоги:

Поточна успішність

1 Поточна успішність здобувачів за виконання навчальних видів робіт на навчальних заняттях і за виконання завдань самостійної роботи оцінюється за допомогою чотирибальної шкали оцінок з наступним перерахуванням у 100-бальною шкалу. Під час оцінювання поточної успішності враховуються всі види робіт, передбачені навчальною програмою.

1.1 Лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання конкретизованих завдань.

1.2 Практичні заняття оцінюються якістю виконання контрольного або індивідуального завдання, виконання та оформлення практичної роботи.

1.3 Лабораторні заняття оцінюються якістю виконання звітів про виконання лабораторних робіт.

1.4 Семінарські заняття оцінюються якістю виконання індивідуального

завдання/реферату.

2 Оцінювання поточної успішності здобувачів вищої освіти здійснюється на кожному практичному занятті (лабораторному чи семінарському) за чотирибальною шкалою («5», «4», «3», «2») і заносяться у журнал обліку академічної успішності.

– «відмінно»: здобувач бездоганно засвоїв теоретичний матеріал, демонструє глибокі знання з відповідної теми або навчальної дисципліни, основні положення;

– «добре»: здобувач добре засвоїв теоретичний матеріал, володіє основними аспектами з першоджерел та рекомендованої літератури, аргументовано викладає його; має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих чи інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту або при аналізі практичного;

– «задовільно»: здобувач в основному опанував теоретичні знання навчальної теми, або дисципліни, орієнтується у першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, плутає поняття, невпевнено відповідає на додаткові питання, не має стабільних знань; відповідаючи на питання практичного характеру, виявляє неточність у знаннях, не вміє оцінювати факти та явища, пов'язувати їх із майбутньою професією;

– «незадовільно»: здобувач не опанував навчальний матеріал теми (дисципліни), не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, відсутнє наукове мислення, практичні навички не сформовані.

3 Підсумковий бал за поточну діяльність визнається як середньоарифметична сума балів за кожне заняття, за індивідуальну роботу, поточні контрольні роботи за формулою:

$$K^{поточ} = \frac{K1 + K2 + \dots + Kn}{n},$$

де $K^{поточ}$ – підсумкова оцінка успішності за результатами поточного контролю;

$K1, K2, \dots, Kn$ – оцінка успішності n -го заходу поточного контролю;

n – кількість заходів поточного контролю.

Оцінки конвертуються у бали згідно шкали перерахунку (таблиця 1).

Таблиця 1 – Перерахунок середньої оцінки за поточну діяльність у багатобальну шкалу

4-бальна шкала	100-бальна шкала	4- бальна шкала	100-бальна шкала	4- бальна шкала	100-бальна шкала	4- бальна шкала	100- бальна шкала
5	100	4,45	89	3,90	78	3,35	67
4,95	99	4,4	88	3,85	77	3,3	66
4,9	98	4,35	87	3,80	76	3,25	65
4,85	97	4,3	86	3,75	75	3,2	64
4,8	96	4,25	85	3,7	74	3,15	63
4,75	95	4,20	84	3,65	73	3,1	62
4,7	94	4,15	83	3,60	72	3,05	61
4,65	93	4,10	82	3,55	71	3	60
4,6	92	4,05	81	3,5	70	від 1,78 до 2,99	від 35 до 59
						повторне складання	
4,55	91	4,00	80	3,45	69	від 0 до 1,77	від 0 до 34
4,5	90	3,95	79	3,4	68	повторне вивчення	

Підсумкове оцінювання

1 Екзамен проводиться після вивчення всіх тем дисципліни і складається здобувачами вищої освіти в період екзаменаційної сесії після закінчення всіх аудиторних занять

2 До екзамену допускаються здобувачі вищої освіти, які виконали всі види робіт передбачені навчальним планом з дисципліни:

- були присутні на всіх аудиторних заняттях (лекції, семінари, практичні);
- своєчасно відпрацювали всі пропущені заняття;
- набрали мінімальну кількість балів за поточну успішність (не менше 60 балів, що відповідає за національною шкалою «3»);

Якщо поточна успішність з дисципліни нижче ніж 60 балів, здобувач вищої освіти має можливість підвищити свій поточний бал до мінімального до початку екзаменаційної сесії.

3 Оцінювання знань здобувачів при складанні екзамену здійснюється за 100-бальною шкалою.

Оцінювання знань здобувачів шляхом тестування здійснюється за шкалою:

- «Відмінно»: не менше 90 % правильних відповідей;
- «Дуже добре»: від 82 % до 89 % правильних відповідей;
- «Добре»: від 74 % до 81 % правильних відповідей;
- «Задовільно»: від 67 % до 73% правильних відповідей;
- «Задовільно достатньо»: від 60 % до 66 % правильних відповідей;
- «Незадовільно»: менше 60 % правильних відповідей.

4 Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни визначається як середньозважена оцінка, що враховує загальну оцінку за поточну успішність і оцінку за складання екзамену.

5 Розрахунок загальної підсумкової оцінки за вивчення навчальної дисципліни проводиться за формулою:

$$PK^{екз} = 0,6 \cdot K^{поточ} + 0,4 \cdot E,$$

де $PK^{екз}$ – підсумкова оцінка успішності з дисциплін, формою підсумкового контролю для яких є екзамен;

$K^{поточ}$ – підсумкова оцінка успішності за результатами поточного контролю (за 100-бальною шкалою);

E - оцінка за результатами складання екзамену (за 100-бальною шкалою).

0,6 і 0,4 – коефіцієнти співвідношення балів за поточну успішність і складання екзамену.

6 За виконання індивідуальної самостійної роботи та участь у наукових заходах здобувачам нараховуються додаткові бали.

6.1 Додаткові бали додаються до суми балів, набраних здобувачем вищої освіти за поточну навчальну діяльність (для дисциплін, підсумковою формою контролю для яких є залік), або до підсумкової оцінки з дисципліни, підсумковою формою контролю для якої є екзамен.

6.2 Кількість додаткових балів, яка нараховується за різні види індивідуальних завдань, залежить від їх об'єму та значимості:

- призові місця з дисципліни на міжнародному / всеукраїнському конкурсі наукових студентських робіт – 20 балів;
- призові місця з дисципліни на всеукраїнських олімпіадах – 20 балів;
- участь у міжнародному / всеукраїнському конкурсі наукових студентських робіт – 15 балів
- участь у міжнародних / всеукраїнських наукових конференціях студентів та молодих вчених – 12 балів;
- участь у всеукраїнських олімпіадах з дисципліни – 10 балів
- участь в олімпіадах і наукових конференціях ХНАДУ з дисципліни – 5 балів;

– виконання індивідуальних науково-дослідних (навчально-дослідних) завдань підвищеної складності – 5 балів.

6.3 Кількість додаткових балів не може перевищувати 20 балів.

7 Загальна підсумкова оцінка за вивчення навчальної дисципліни не може перевищувати 100 балів.

Загальна підсумкова оцінка за вивчення навчальної дисципліни визначається згідно зі шкалою, наведеною в таблиці 2.

Таблиця 2 – Шкала переведення балів у національну систему оцінювання

За 100-бальною шкалою	За національною шкалою
від 60 балів до 100 балів	зараховано
менше 60 балів	незараховано

Таблиця 3 – Шкала оцінювання знань здобувачів за результатами підсумкового контролю з навчальної дисципліни

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою		Оцінка за шкалою ЄКТС	
	екзамен	залік	Оцінка	Критерії
90-100	Відмінно	Зараховано	A	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до максимального
80-89			B	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального
75-79			C	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин, деякі практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані недостатньо, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою		Оцінка за шкалою ЄКТС	
	екзамен	залік	Оцінка	Критерії
67-74	Задовільно		D	Теоретичний зміст курсу освоєний частково, але прогалини не носять істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань, можливо, містять помилки
60-66			E	Теоретичний зміст курсу освоєний частково, деякі практичні навички роботи не сформовані, багато передбачених програмою навчання навчальних завдань не виконані, або якість виконання деяких з них оцінено числом балів, близьким до мінімального.
35-59	Незадовільно	Не зараховано	FX	Теоретичний зміст курсу освоєний частково, необхідні практичні навички роботи не сформовані, більшість передбачених програм навчання навчальних завдань не виконано, або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання)
0-34	Неприйнятно		F	Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, усі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до якого-небудь значущого підвищення якості виконання навчальних завдань (з обов'язковим повторним курсом)

Політика курсу:

- курс передбачає роботу в колективі, середовище в аудиторії є дружнім, творчим, відкритим до конструктивної критики;
- освоєння дисципліни передбачає обов'язкове відвідування лекцій і практичних занять, а також самостійну роботу;
- самостійна робота передбачає вивчення окремих тем навчальної дисципліни, які винесені відповідно до програми на самостійне опрацювання, або ж були розглянуті стисло;
- усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін;
- якщо здобувач вищої освіти відсутній на заняттях з поважної причини, він презентує виконані завдання під час самостійної підготовки та консультації викладача;
- під час вивчення курсу здобувачі вищої освіти повинні дотримуватись правил академічної доброчесності, викладених у таких документах: «Правила академічної доброчесності учасників освітнього процесу ХНАДУ» (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_67_01_dobroch_1.p)

df), «Академічна доброчесність. Перевірка тексту академічних, наукових та кваліфікаційних робіт на плагіат» (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_85_1_01.pdf), «Морально-етичний кодекс учасників освітнього процесу ХНАДУ» (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_67_01_MEK_1.pdf).
– у разі виявлення факту плагіату здобувач отримує за завдання 0 балів і повинен повторно виконати завдання, які передбачені у силабусі;
– списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних пристроїв). Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час он-лайн тестування.

Рекомендована література: (література не пізніше 10 років, окрім 1 фундаментального класичного підручника або монографії)

База

1.1. Кристалографія, кристалохімія та мінералогія [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальності 132 Матеріалознавство / Л.О. Бірюкович. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 234 с.

1.2. Рентгеноструктурний аналіз матеріалів у дисперсному стані [Текст]: навчальний посібник / Уклад.: П.І. Лобода, О.П. Карасевська, І.Ю. Троснікова. – К.: НТУУ «КПІ», 2017. – 139 с.

Інформаційні ресурси

3.1 Cullity BD, Stock SR (2001) Elements of X-Ray Diffraction, 2nd edn. Pearson Education Limited, London. <https://www.pearson.com/us/higher-education/product/Cullity-Elements-of-X-Ray-Diffraction3rd-Edition/9780201610918.html>

3.2. Yeh JW, Chang SY, Hong YD, Chen SK, Lin SJ (2007) Anomalous decrease in X-ray diffraction intensities of Cu-Ni-Al-Co-Cr-Fe-Si alloy systems with multi-principal elements. Materials Chemistry and Physics 103(41):41–46.

<https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2007.01.003>

3.3. Ungar T. Characterization of nanocrystalline materials by X-ray line profile analysis, J. Mater. Sci. 42, 1584–1593 (2007). DOI <https://doi.org/10.1007/s10853-006-0696-1>

3.4. Pearson New International Edition «Elements of X-Ray Diffraction»


B.D. Cullity S.R. Stock / Third Edition 2014

3.5. «Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials» Vitalij K. Pecharsky² Peter Y. Zavalij / Second Edition 2009

3.6. «Introduction to X-ray Powder Diffractometry» RON JENKINS, ROBERT L. SNYDER 1996

3.7. «X-ray Diffraction by Polycrystalline Materials» René Guinebretière 2007

Розробник
силабусу навчальної
дисципліни:


_____ підпис


В'ячеслав СТОЛБОВИЙ

Гарант освітньо-
професійної програми


_____ підпис

Діана ГЛУШКОВА

Завідувач кафедри
технології металів
та матеріалознавства


_____ підпис

Діана ГЛУШКОВА