

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Навчально-науковий інститут хімії та екології
Кафедра неорганічної хімії



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ІНІ хімії та екології

проф. Василь ЛЕНДЕСЛ

«27» червня 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«КРИСТАЛОХІМІЯ»

Рівень вищої освіти	перший
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	102 Хімія
Освітня програма	Хімія
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	українська


Робоча програма навчальної дисципліни «Кристалохімія» для здобувачів першого рівня вищої освіти галузі знань 10 Природничі науки спеціальності 102 Хімія освітньої програми Хімія

Розробник: Кохан Олександр Павлович, доцент, кандидат хімічних наук, доцент кафедри неорганічної хімії ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри неорганічної хімії протокол № 12 від «13» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри  Ігор БАРЧІЙ

Схвалено науково-методичною комісією Навчально-наукового інституту хімії та екології протокол № 10 від «26» серпня 2023 р.

Голова науково-методичної комісії  Михайло СЛИВКА

© _____ 20__ р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет 20__ р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 3	Рік підготовки	
Загальна кількість годин – 90	1	
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 3	2	
	Лекції:	
	20	
	Практичні (семінарські):	
Вид підсумкового контролю: залік	Лабораторні:	
	24	
Форма підсумкового контролю: комбінована	Самостійна робота:	
	46	

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Кристалохімія» є засвоєння студентами основних кристалохімічних понять і законів, що широко використовуються у теоретичній, експериментальній та прикладній хімії, виступають невід'ємною частиною сучасної хімічної освіти; формування у студентів основних знань про будову речовин, що перебувають в твердому кристалічному стані; надання відомостей про внутрішню будову кристалів та залежність фізичних властивостей речовин від їхньої кристалічної структури; уміння прогнозувати практичне використання речовин кристалічної будови.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти наступних загальних та фахових компетентностей:

Загальні компетентності (ЗК):

- ЗК 1 – здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- ЗК 2 – здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- ЗК 10 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;

Фахові компетентності (ФК):

- ФК 1 – Здатність застосовувати знання і розуміння математики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії;
- ФК 4 – Здатність до використання спеціального програмного забезпечення та моделювання в хімії;
- ФК 8 – Здатність здійснювати кількісні вимірювання фізико-хімічних величин, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані;
- ФК 10 – Здатність до опанування нових областей хімії шляхом самостійного навчання

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Кристалохімія» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

Шифр НД за ОП	Назва навчальної дисципліни
ОК 6	Вища математика
ОК 7	Фізика
ОК 11	Неорганічна хімія

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Хімія», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Розуміти основи математики на рівні, достатньому для досягнення інших результатів навчання, передбачених цим стандартом та освітньою програмою.	ПРН 2
Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин	ПРН 5
Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії	ПРН 18
Використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації даних.	ПРН 24

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Кристалохімія»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Розуміння основних закономірностей побудови кристалів, вміння виявити елементи симетрії, провести операції симетрії, розуміти теореми їх взаємодії; вміння розпізнати класи симетрії, категорії, сингонії кристалів, вміння застосувати закон кратних відношень параметрів, закон зон, символи граней і ребер.	ПРН 2
Засвоєння та практичне застосування основних кристалохімічних понять і законів; формування у студентів основних знань про будову речовин у твердому кристалічному стані. Розуміння внутрішньої будови кристалів та залежності фізичних властивостей речовин від їхньої кристалічної структури.	ПРН 5
Вміння описувати морфологію кристалів, елементи симетрії кристалічних структур, просторові групи та їх номенклатуру; проводити аналіз кристалічних структур елементів та хімічних сполук; освоєння вміння прогнозувати практичне використання речовин кристалічної будови.	ПРН 18
Уміння відслідковувати генетичний зв'язок між різними типами структур різних речовин, одержання уявлень про обумовлені симетрією кристалів властивості, головні з яких зумовлюють практичне використання речовин. Уміння користуватися кристалографічними базами даних, аналізувати та співставляти одержані дані з структурними аналогами.	ПРН 24

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобом оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни слугує накопичувальна бально-рейтингова система, що передбачає оцінювання знань студентів за усі види аудиторної та позааудиторної навчальної діяльності, спрямовані на опанування навчального навантаження з освітньої програми. Оцінювання здійснюється шляхом проведення поточного, модульного та підсумкового контролю знань. Поточне оцінювання рівня засвоєння теми здійснюється на кожному лабораторному занятті. Модульний контроль знань являє собою рейтингову оцінку, що формується на основі поточних оцінок та результатів виконання модульних контрольних робіт. Підсумкова оцінка за дисципліну дорівнює рейтинговій або ж може встановлюватись за підсумками складання заліку.

Інформація про набрану суму балів на кожному занятті доступна протягом семестру кожному студенту. Успішність визначається відсотком набраної студентом сумарної кількості балів від максимально можливої.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: оцінювання підготовки студентів до лабораторного заняття, яке проводиться шляхом перевірки домашніх завдань та фронтальним опитуванням студентів за темою лабораторного заняття, здійснюється виходячи із максимально можливої кількості балів 3; оцінювання якості виконання тематичних завдань та зроблених висновків при їх виконанні оцінюється виходячи з максимально можливої кількості балів 7.

Форми модульного контролю: модульна оцінка знань визначається наступним чином: сума балів поточного тестування перераховується у відсотки з урахуванням того, що максимально можлива кількість балів приймається за 50%; сума балів за виконання модульної контрольної роботи теж перераховується у відсотки з урахуванням того, що максимально можлива кількість балів приймається за 50%; набрані студентом відсотки додаються і переводяться в оцінку у відповідності з вказаною вище шкалою. Студенту надається можливість підвищувати оцінку шляхом додаткового письмового тестування чи усного опитування.

Форми підсумкового семестрового контролю: відсотки набраної студентом суми балів на першому та другому модульному контролі усереднюються; одержаний середній відсоток може бути підвищений шляхом складання студентом заліку.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота					Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	№1	
10	10	10	10	10	50 балів	100 балів
50 %					50 %	100 %

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота					Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	№2	
10	10	10	10	10	50 балів	100 балів
50 %					50%	100 %

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	5	50	7	50
Комп'ютерне тестування при тематичному оцінюванні				
Письмове тестування при тематичному оцінюванні				
Модульна контрольна робота		50		50
Разом		100 балів		100 балів

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота №1 та №2 включає 5 питань: 2 питання теоретичні та 3 питання практичного застосування знань для опису симетрії, морфології кристалів та опису кристалічних структур неорганічних сполук. Теоретичні питання є описовими і вимагають системних знань, вміння узагальнювати і логічно викласти програмний матеріал, обґрунтовувати власну думку. Кожне питання оцінюється у 10 балів.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Залік з дисципліни складається в усній формі шляхом надання студентом відповідей на питання підсумкового контролю, з якими студенти ознайомлюються на початку семестру. Перевід відсотку набраної студентом суми балів від максимально можливої в оцінку здійснюється згідно наступної шкали:

Здобувач, який за результатами модульних контролів отримав від 0 до 34 відсотків балів, повинен до проведення підсумкового семестрового контролю покращити цю оцінку принаймні до показника не менше 35 балів. Без такого покращення він до заліку не допускається.

Відсоток набраної суми балів за всі види навчальної діяльності від максимально можливої	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для заліку
90 – 100	A	зараховано
82-89	B	
74-81	C	
64-73	D	
60-63	E	
35-59	FX	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Критерії оцінювання є наступними:

На **“відмінно”** оцінюється відповідь студента, коли він виявив глибокі теоретичні знання, логічно та послідовно їх виклав, знає і розуміє програмовий матеріал, правильно аналізує конкретні факти, вміє робити обґрунтовані висновки, може використати теоретичні знання для розв'язування задач і тестових завдань.

На **“добре”** оцінюється відповідь студента, коли він виявив глибокі теоретичні знання, логічно і послідовно їх виклав, однак допустив деякі неточності у викладенні фактичного матеріалу, робить неповні висновки при розв'язку задачі, але з наведеної відповіді видно, що матеріал засвоєний добре, допущені незначні помилки.

На **“задовільно”** оцінюється відповідь студента, коли він володіє програмовим матеріалом, але викладає його не в повній мірі, не володіє окремими деталями матеріалу, допускає не грубі помилки в визначеннях, написанні рівнянь хімічних реакцій, важко робить висновки, узагальнення, при розв'язанні задач допускає помилки.

На **“незадовільно”** оцінюється відповідь студента, коли він проявив лише фрагментарні знання, допустив грубі помилки при викладенні матеріалу, не розуміє і не оперує основними поняттями і законами хімії, фрагментарно володіє окремими розділами курсу, не може самостійно розв'язати задачу.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1

- Тема 1. Вступ. Предмет і завдання курсу "Кристалохімія", його зв'язок з іншими природничими науками. Внутрішня будова кристалів та їх властивості.
Предмет і завдання кристалохімії, її зв'язок з хімією, фізикою, геохімією та мінералогією. Внутрішня будова кристалів: вузловий ряд, плоска сітка, елементарна комірка, просторова гратка. Властивості кристалів, обумовлені їх внутрішньою будовою: однорідність, анізотропія, здатність до самоогранення. Формула Ейлера-Декарта.
- Тема 2. Проектування кристалів. Принцип побудови сферичної, стереографічної, гномо-стереографічної та гномонічної проекції. Сітка Вульфа та правила роботи на ній.
Закон сталості кутів, вимірювання кутів між гранями. Види гоніометрів і принципи їх роботи. Проектування кристалів. Принцип побудови сферичної, стереографічної, гномостереографічної та гномонічної проекцій. Зв'язок між різними типами проекцій. Сітка Вульфа. Приклади розв'язування задач з використанням сітки Вульфа.
- Тема 3. Симетрія. Елементи симетрії, їх номенклатура. Проектування елементів симетрії.
Симетрія геометричних фігур і кристалічних багатогранників. Елементи симетрії: осі симетрії, площини симетрії, центр симетрії. Позначення елементів симетрії на письмі і проекціях. Типи осей симетрії – прості, інверсійні, дзеркально-поворотні, елементарний кут та порядок осей. Дзеркальні площини симетрії і написання їх на проекції. Приклади розв'язування задач з використанням цих теорем.
- Тема 4. Теореми взаємодії елементів симетрії.
- Тема 5. Види симетрії. Принцип їх виводу. Розподіл по категоріях і сингоніях. Класифікація видів симетрії. Номенклатура видів симетрії.
Види симетрії. Одиничні і симетрично рівні напрямки. Види симетрії групи А – містять одиничний напрямок; групи В – містять симетрично рівні напрямки. Принцип виводу видів симетрії, розподіл їх по сингоніях. Класифікація елементів симетрії: примітивні, центральні, аксіальні, планельні, планексіальні, інверсійно примітивні, інверсійно планельні. Номенклатура видів симетрії: формула Браве, міжнародний символ.

Модуль 2

- Тема 1. Морфологія кристалів. Прості форми та комбінації. Принцип виводу простих форм.
Номенклатура простих форм. Прості форми нижчої та середньої категорії. .
Прості форми та комбінації. Принцип виводу простих форм з вихідної грані з використанням відповідних видів симетрії. Класифікація простих форм: відкриті, закриті, окремі і загальні. Номенклатура простих форм та їх розподіл по сингоніях. Гномостереографічні проекції граней кристалів.
- Тема 2. Прості форми кристалів кубічної сингонії Гномостереографічні проекції граней кристалів.
- Тема 3. Кристалографічні символи граней і ребер. Закон раціональних співвідношень параметрів граней. Кристалографічні осі, правила установки кристалів різних сингоній. Закон зон.
Кристалографічні символи. Закон Гаюї раціональних співвідношень параметрів граней. Параметри Вейса і символи Мілера для граней кристалів. Поняття одиничної грані. Кристалографічні осі для кристалів різних сингоній і їх зв'язок з елементами симетрії. Правила установки кристалів різних сингоній. Особливості установки кристалів тригональної та гексагональної сингонії. Символи ребер. Правила перехресного множення. Закон зон.
- Тема 4. Внутрішня будова кристалів. Гратки Браве, типи решіток, розподіл решіток по сингоніях, їх симетрія, число вузлів та їх координати. Просторові групи симетрії
Внутрішня будова кристалів. Типи плоских сіток і принцип виводу 14 типів решіток Браве. Вимоги до вибору елементарних комірок. Типи елементарних комірок, їх

розподіл по сингоніях. Симетрія комірок. Визначення числа вузлів у різних типах комірок, їх координати. Проектування різних типів решіток Браве.

Елементи симетрії нескінченного простору (відкриті). Номенклатура та позначення на проєкціях: трансляції, гвинтові осі, площини ковзного відбиття. Теореми взаємодії відкритих елементів симетрії. Просторові групи симетрії, їх характеристика. Принцип виводу просторових груп та їх міжнародна номенклатура. Зв'язок просторових груп з видами симетрії. Система еквівалентних позицій у кристалічних структурах.

Тема 5. Предмет і завдання кристалохімії. Фактори, що визначають кристалічну структуру речовин. Кристалічні структури простих, бінарних і тернарних сполук

Предмет і завдання кристалохімії. Поняття кристалічної структури та структурного типу. Фактори, що визначають кристалічну структуру речовин. Умови стійкості структур. Іонні радіуси елементів і їх визначення. Кристалохімічні закономірності у Періодичній системі Д.І.Менделєєва.

Характеристика найпоширеніших структурних типів: сингонія, тип решітки Браве, число атомів у елементарній комірці, координаційний багатогранник, координати атомів. Опис структур простих речовин: алмаз, графіт, магній, мідь, α -залізо. Опис структур сполук типу AX, AX₂, A₂X та деяких тернарних сполук. Побудова проєкцій кристалічних структур. Кількість формульних одиниць у комірці.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	усього	у тому числі			
		л	п	лаб	інд
Модуль 1					
Тема 1. Вступ. Предмет і завдання курсу "Кристалохімія", його зв'язок з іншими природничими науками. Внутрішня будова кристалів та їх властивості.	8	2		2	4
Тема 2. Проектування кристалів. Принцип побудови сферичної, стереографічної, гномостереографічної та гномонічної проєкції. Сітка Вульфа та правила роботи на ній.	8	2		2	4
Тема 3. Симетрія. Елементи симетрії, їх номенклатура. Проектування елементів симетрії.	8	2		2	4
Тема 4. Теореми взаємодії елементів симетрії.	10	2		2	6
Тема 5. Види симетрії. Принцип їх виводу. Розподіл по категоріях і сингоніях. Класифікація видів симетрії. Номенклатура видів симетрії.	9	2		2	5
Модульна контрольна робота	2				2
Разом за модулем 1	45	10		10	25
Модуль 2					
Тема 1. Морфологія кристалів. Прості форми та комбінації. Принцип виводу простих форм. Номенклатура простих форм. Прості форми нижчої та середньої категорії.	8	2		2	4
Тема 2. Прості форми кристалів кубічної сингонії. Гномостереографічні проєкції граней кристалів.	8	2		2	4
Тема 3. Кристалографічні символи граней і ребер. Закон раціональних співвідношень параметрів граней. Кристалографічні осі, правила установки кристалів різних сингоній. Закон зон.	8	2		2	4
Тема 4. Внутрішня будова кристалів. Гратки Браве, типи решіток, розподіл решіток по	9	2		4	3

сингоніях, їх симетрія, число вузлів та їх координати. Просторові групи симетрії					
Тема 5. Предмет і завдання кристалохімії. Фактори, що визначають кристалічну структуру речовин. Кристалічні структури простих, бінарних і тернарних сполук	10	2		4	4
Модульна контрольна робота	2				2
Разом за модулем 2	45	10		14	21
Усього годин	90	20		24	46

6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення елементів симетрії на моделях кристалів нижчої і середньої категорії. Нанесення елементів симетрії на стереографічну проекцію.	2
2	Визначення елементів симетрії на моделях кристалів вищої категорії. Нанесення їх на стереографічну проекцію	2
3	Теореми взаємодії елементів симетрії. Розв'язування задач для кристалів нижчої і середньої категорії.	2
4	Розв'язування задач на взаємодію елементів для кристалів вищої категорії.	2
5	Види симетрії. Принцип виводу видів симетрії групи А і В. Зображення видів симетрії на проекціях. Номенклатура видів симетрії по Браве і міжнародна символіка.	2
6	Вивчення простих форм кристалів нижчої і середньої категорії на моделях кристалів. Назви простих форм і їх розподіл по сингоніях.	2
7	Вивчення простих форм кристалів вищої категорії на моделях кристалів. Назви простих форм. Гномостереографічні проекції граней і кристалів	2
8	Правила установки кристалів різних сингоній. Визначення символів граней для кристалів всіх сингоній.	2
9	Вивчення ґраток Браве на моделях комірок: тип комірки, сингонія, симетрія, число вузлів, координати вузлів. Проектування ґраток Браве на кристалографічні площини.	2
10	Відкриті елементи симетрії, їх номенклатура. Теореми взаємодії відкритих елементів симетрії. Просторові групи симетрії, їх номенклатура. За символом просторової ґратки визначити: сингонію, тип решітки Браве, точкову групу та розміщення елементів симетрії відносно кристалографічних осей.	2
11	Вивчення кристалічних структур на моделях: сингонія, тип решітки Браве, число атомів, координати атомів, координаційне число, координаційний багатогранник. Побудова проекцій структур	2
12	Генетичний зв'язок між різними кристалічними структурами. Опис кристалічних структур простих, бінарних та деяких тетрарних сполук.	2
	Разом	24

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
-------	------------	-----------------

1	Вступ. Предмет і завдання курсу "Кристалохімія", його зв'язок з іншими природничими науками. Внутрішня будова кристалів та їх властивості.	4
2	Проектування кристалів. Принцип побудови сферичної, стереографічної, гномостереографічної та гномонічної проєкції. Сітка Вульфа та правила роботи на ній.	4
3	Симетрія. Елементи симетрії, їх номенклатура. Проектування елементів симетрії.	4
4	Теореми взаємодії елементів симетрії.	6
5	Види симетрії. Принцип їх виводу. Розподіл по категоріях і сингоніях. Класифікація видів симетрії. Номенклатура видів симетрії.	5
6	Морфологія кристалів. Прості форми та комбінації. Принцип виводу простих форм. Номенклатура простих форм. Прості форми нижчої та середньої категорії. .	4
7	Прості форми кристалів кубічної сингонії Гномостереографічні проєкції граней кристалів.	4
8	Кристаліграфічні символи граней і ребер. Закон раціональних співвідношень параметрів граней. Кристаліграфічні осі, правила установки кристалів різних сингоній. Закон зон.	4
9	Внутрішня будова кристалів. Гратки Браве, типи решіток, розподіл решіток по сингоніях, їх симетрія, число вузлів та їх координати. Просторові групи симетрії	3
10	Предмет і завдання кристалохімії. Фактори, що визначають кристалічну структуру речовин. Кристалічні структури простих, бінарних і тернарних сполук	4
	Модульні контрольні роботи №1 і №2	4
	Разом	46

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби: мультимедійний проєктор, портативні комп'ютери з програмним забезпеченням

Обладнання: моделі простих форм, моделі кристалів, кульо-стрижневі моделі кристалічних ґраток, комірки Браве, набір моделей кристалічних ґраток простих, бінарних і складних речовин. Сітка Вульфа.

Електронне навчання та доступ до електронних інформаційних ресурсів: система електронного навчання MOODLE: <https://e-learn.uzhnu.edu.ua/> , Google MEET електронний репозитарій ДВНЗ «УжНУ»: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/>

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

- 3.3. Зиман Основи структурної кристаліграфії: Навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Х.: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2008. – 212 с.
- І.М. Фодчук, О.О. Ткач. Основи кристаліграфії: навчальний посібник/ Укл.: І.М. Фодчук, – Чернівці: ЧНУ, 2007 - 108 с.
- Л. О. Бірюкович. Кристаліграфія, кристалохімія та мінералогія [Електронний ресурс]: підручник – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 234 с.
- W. Borchardt-Ott. Crystallography. 3-rd edition. Springer Heidelberg Dordrecht London New York, 2011 – 367 p.

5. F. Hoffman. Introduction to Crystallography. Springer Nature Switzerland AG 2020. 313 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-35110-6>
6. М.В.Поторій, П.М.Милян. Навчальний посібник з курсу «Кристалохімія». Ужгород, 2014. – 165 с.

Допоміжна література

1. Ю.В.Ворошилов, В.Ю.Сливка. Основи кристалографії та кристалохімії. ч.1. Ужгород, 2001. - 83 с.
2. Л.Л. Шевченко Кристалохімія: підручник. Київ: Вища школа, 1993. - 174 с.
3. Crystallography Open Database (COD)
4. International Tables for Crystallography

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. Crystallography Open Database <https://www.crystallography.net/cod/>
2. ICDD Database <http://www.icdd.com/>
3. Journal of Applied Crystallography <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/s16005767>
4. VESTA <https://jp-minerals.org/vesta/en/>
5. http://www.ccp14.ac.uk/ccp/web-mirrors/powdcell/a_v/v_1/powder/e_cell.html

**Результати перегляду
робочої програми навчальної дисципліни**

Робоча програма перезатверджена на 20 __/20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток __)
(потрібне підкреслити)

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____ (І.Є.Барчій)

Робоча програма перезатверджена на 20 __/20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток __)
(потрібне підкреслити)

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____ (І.Є.Барчій)

Робоча програма перезатверджена на 20 __/20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток __)
(потрібне підкреслити)

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____ (І.Є.Барчій)

Робоча програма перезатверджена на 20 __/20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток __)
(потрібне підкреслити)

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____ (І.Є.Барчій)