

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

БАКАЛАВР

Кафедра будівельних матеріалів

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан будівельно-технологічного  
факультету

«30» 06 / В.І. Гоц /  
2022 року

НАВЧАЛЬНА РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

"Кристалохімія, кристалографія та мінералогія"


(назва навчальної дисципліни)

шифр	назва спеціальності
161	Хімічні технології та інженерія
	назва спеціалізації
	Новітні технології та дизайн сучасних стінових та оздоблювальних матеріалів

Розробник(и):

Кушнерова Л.О., к.т.н., доцент

(прізвище та ініціали, науковий ступінь, звання)

  
(підпис)

(прізвище та ініціали, науковий ступінь, звання)

(підпис)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри будівельних матеріалів  
протокол № 1 від "31" 08 2022 року

Завідувач кафедри

  
(підпис)

/Пушкарьова К.К./  
(прізвище та ініціали)

Схвалено гарантом освітньої програми  
«Новітні технології та дизайн сучасних стінових та оздоблювальних  
матеріалів»

/Гарант ОП

  
(підпис)

/Суханевич М.В./  
(прізвище та ініціали)

Розглянуто на засіданні науково-методичної комісії  
спеціальності «Хімічні технології та інженерія»

протокол № 2 від «30» 06 2022 року

**ВИТЯГ З НАВЧАЛЬНОГО ПЛАНУ 2022-2023 рр.**

шифр	Бакалавр ОПП	Форма навчання: <b>денна</b>									Форма контролю	Семестр, курс	Відмітка про погодження	
	Назва спеціальності (спеціалізації)	Кредитів на сем.	Обсяг, годин					Кількість індивідуальних робіт						
			Всього	аудиторних										
				Разом	Л	Лр	Пз	КП	КР	РГ				р
161	Хімічні технології та інженерія (Новітні технології та дизайн сучасних стінових та оздоблювальних матеріалів)	3	90	58	30	18	10				1	3	3, 2	

шифр	Бакалавр ОПП	Форма навчання: <b>денна</b>									Форма контролю	Семестр, курс	Відмітка про погодження	
	Назва спеціальності (спеціалізації)	Кредитів на сем.	Обсяг, годин					Кількість індивідуальних робіт						
			Всього	аудиторних										
				Разом	Л	Лр	Пз	КП	КР	РГ				р
161	Хімічні технології та інженерія (Новітні технології та дизайн сучасних стінових та оздоблювальних матеріалів)	3,5	105	72	34	24	14				1	Е	4, 2	

## Мета та завдання освітньої компоненти

Метою дисципліни є формування у студентів професійних науково-дослідницьких навичок по використанню сучасних знань в галузі кристалохімії і структурного стилю мислення за рахунок теоретичного і практичного засвоєння: симетрійного апарату опису молекул, кристалів і кристалічних структур; питань, пов'язаних з експериментальним визначенням кристалічних структур; основ загальної, описової та прикладної кристалохімії; структурних особливостей різних класів хімічних сполук і фізико-хімічних властивостей, що впливають із них. Електронне навчально-методичне забезпечення дисципліни розміщено на Освітньому сайті КНУБА (<https://org2.knuba.edu.ua/course/view.php?id=2767>).

### Компетентності здобувачів освітньої програми, що формуються в результаті засвоєння освітньої компоненти

Код	Зміст компетентності
<b>Інтегральна компетентність</b>	
-	Здатність вирішувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми хімічних технологій та інженерії, що передбачає застосування теорій та методів хімічних технологій та інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.
<b>Загальні компетентності</b>	
ЗК01	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
ЗК02	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК03	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
<b>Фахові компетентності</b>	
ФК01	Здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач.
ФК02	Здатність використовувати методи спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та промислової продукції

### Програмні результати здобувачів освітньої програми, що формуються в результаті засвоєння освітньої компоненти

Код	Програмні результати
ПР01	Знати математику, фізику і хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.
ПР02	Коректно використовувати у професійній діяльності термінологію та основні поняття хімії, хімічних технологій, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі.
ПР06	Розуміти основні властивості конструкційних матеріалів, принципи та обмеження їх застосування в хімічній інженерії.

**Програма навчальної дисципліни**  
**Змістовний модуль 1 Кристалографія та кристалохімія**

*Теми лекцій*

**Лекція 1.** Вступ до дисципліни. Поняття про кристали та їх властивості.

**Лекція 2.** Ряд. Трансляція. Щільність ряду. Плоска сітка. Міжплощинна відстань. Ретикулярна щільність.

**Лекція 3.** Просторова гратка. Закон Браве. Закон Стенона. Елементарна комірка.

**Лекція 4.** Елементи симетрії. Осі симетрії. Площини симетрії. Центр інверсії. Інверсійні осі симетрії.

**Лекція 5.** Теореми взаємодії елементів симетрії.

**Лекція 6.** Принцип Кюрі. Види симетрії, сингонії та їх ознаки. Точкова група. Міжнародна символіка Германа-Моргана.

**Лекція 8.** Прості форми нижчої категорії.

**Лекція 9.** Прості форми середньої категорії. Прості форми вищої категорії.

**Лекція 10.** Приватні і загальні прості форми. Комбінації простих форм. Габітус кристалів.

**Лекція 11.** Координатні системи в кристалографії. Установка кристалів.

**Лекція 12.** Закон цілих чисел. Символи вузлів. Символи площини (граней).

**Лекція 13.** Виведення 32-х груп симетрії.

**Лекція 14.** Зародження кристалів. Механізм зростання кристалів. Особливості середовища кристалізації.

**Лекція 15.** Зростання кристалів у нерівноважних умовах: двойникування, епітаксія. Ізоморфізм. Поліморфізм. Політипізм.

**Індивідуальне завдання №1**

Індивідуальне завдання виконується у формі графічної роботи. Варіанти індивідуальних робіт охоплюють кристали мінералів різних габітусів та класів. Завданням на індивідуальну роботу передбачається описати кристал мінералу по моделі за варіантом, що визначає керівник.

Робота складається з пояснювальної частини (1-2 стор.), графічної частини (2 аркуші стандартного формату А 4) та саморобної моделі кристалу.

Пояснювальна частина має містити:

- характеристику простих форм кристалу з визначенням формул симетрії, категорії, сингонії, класу симетрії;

- для моделі кристалу визначення формули симетрії, сингонії, категорії, класу симетрії в міжнародній символіці, габітус та обрис.

Графічна частина має містити рисунки моделі кристалу. На першому рисунку треба позначити цифрами грані кожної простої форми на моделі мінералу, а на другому нанести елементи симетрії (осі, площини).

**Теми задач для виконання індивідуального завдання №1:**

1. Визначення елементів симетрії, сингоній та категорій кристалів.
2. Визначення сингоній та категорій кристалів.
3. Визначення форм кристалів різних сингоній.
4. Визначення символів (індексів) граней кристалів.
5. Визначення символів (індексів) вузлів кристалів.

**Змістовний модуль 2. Вивчення основ загальної, описової та прикладної кристалохімії**

**Теми лабораторних занять**

**Лабораторні роботи 1 (4 год.).** Визначення елементів симетрії, сингоній та категорій кристалів

**Лабораторні роботи 2 (4 год.).** Визначення форм кристалів різних сингоній

**Лабораторні роботи 3 (2 год.).** Визначення координатних осей кристалів. Визначення символів (індексів) граней кристалів

**Лабораторні роботи 4 (6 год.).** Зародження і рост кристалів

**Лабораторна робота 5 (2 год.).** Оформлення та захист лабораторних робіт

**Теми практичних занять**

**Практичне заняття 1 (4 год.).** Елементи симетрії

**Практичне заняття 2 (2 год.).** Прості форми кристалів

**Практичне заняття 3 (4 год.).** Комбінації простих форм

**Змістовний модуль 3. Мінералогія**

**Теми лекцій**

**Лекція 1.** Методи дослідження структури мінералів.

**Лекція 2.** Морфологічні особливості мінералів.

**Лекція 3.** Природа хімічного зв'язку. Типи хімічних зв'язків.

**Лекція 4.** Координаційне число, стійкість кристалічної структури. Правила Полінга.

**Лекція 5.** Силікати.

**Лекція 6.** Карбонати.

**Лекція 7.** Сульфати.

**Лекція 8.** Глиноземні сполуки. Глинисті мінерали.

**Лекція 9.** Фізико-хімічні процеси отримання в'язучих речовин та кераміки з урахуванням основ мінералогії. Дегідратація гіпсу.

**Лекція 10.** Процеси декарбонізації вапняка. Дегідратація глинистих мінералів. Спінання керамічних матеріалів.

**Лекція 11.** Кристалохімія цементного клінкеру.

**Лекція 12.** Кристалохімія цементного клінкеру. Двокальцієвий силікат (беліт), трикальцієвий силікат (аліт)

**Лекція 13.** Кристалохімія цементного клінкеру. Трикальцієвий алюмінат. Чотирикальцієвий алюмоферит

**Лекція 14.** Мінерали цементного каменю.

**Лекція 15.** Мінерали цементного каменю. Гідросилікати кальцію.

**Лекція 16.** Мінерали портландцементного каменю. Гідроалюмінати та гідроферити кальцію.

**Лекція 17.** Кристалохімія бетонів.

#### **Змістовний модуль 4. Вивчення властивостей мінералів природного та штучного походження**

##### ***Теми лабораторних занять***

**Лабораторна роботи 1 (4 год.)** Вивчення фізичних властивостей мінералів.

**Лабораторні роботи 2 (6 год.)** Синтез монокристалів дигідрату сульфату кальцію з розчину методом дифузії та вивчення впливу домішок на їх морфологію.

**Лабораторні роботи 3 (6 год.)**. Вплив мінеральних добавок різного генезису на властивості гіпсового каменю.

**Лабораторні роботи 4 (6 год.)** Ознайомлення та робота в програмному пакеті Powdercell та Shape. Визначення залежності властивостей мінералів від їх кристалічної структури за допомогою комп'ютерного моделювання.

**Лабораторні роботи 5 (2 год.)** Оформлення та захист лабораторних робіт

##### ***Теми практичних занять***

**Практичне заняття 1 (4 год.)**. Аналіз рентгенограм однокомпонентних речовин.

**Практичне заняття 2 (4 год.)**. Аналіз рентгенограм багатокомпонентних речовин.

**Практичне заняття 3 (2 год.)**. Розрахунок параметрів елементарної комірки по рентгенограмі речовини.

**Практичне заняття 4 (2 год.)**. Порівняння та вивчення кристалічних структур мінералів.

**Практичне заняття 5 (2 год.)**. Порівняння та вивчення габітусу і форм реальних кристалів.

#### **Індивідуальне завдання №2**

Завданням на індивідуальну роботу передбачається побудувати зображення елементарної комірки за допомогою програми PowderCell та зображення кристала за допомогою програми Shape for Windows. Порівняти кристалічну структуру поліморфних та політипових речовин (відповідно до варіантів індивідуального завдання) та зробити висновки щодо впливу кристалічної структури на властивості та зовнішній вигляд кристалу.

Робота складається з пояснювальної частини (1-2 стор.), графічної

частини (2 аркуші стандартного формату А 4).

Пояснювальна частина має містити:

- порівняльну характеристику кристалохімічних та інших загальних властивостей речовин;

- висновки щодо впливу кристалічної структури на властивості та зовнішній вигляд кристалу.

Графічна частина має містити рисунки елементарної комірки та габітусу кристалів речовин, що порівнюються. На першому рисунку мають бути зображення (PrtSc з програми) елементарних комірок речовин, а на другому зображення (PrtSc з програми) габітусів кристалів речовин.

### ***Перелік тем для виконання індивідуального завдання №2:***

Порівняння властивостей мінералів з точки зору кристалохімії:

Варіант 1	кальцит та арагоніт
Варіант 2	кальцит та доломіт
Варіант 3	кальцит та магнезит
Варіант 4	кальцит та вапно
Варіант 5	портландит та вапно
Варіант 6	доломіт та магнезит
Варіант 7	гіпс та ангідрит
Варіант 8	аліт та беліт
Варіант 9	каолініт та монтморилоніт
Варіант 10	доломіт та арагоніт

### **Методи контролю та оцінювання знань**

Загальне оцінювання здійснюється через вимірювання результатів навчання у формі проміжного (модульного) та підсумкового контролю (залік, захист індивідуальної роботи тощо) відповідно до вимог зовнішньої та внутрішньої системи забезпечення якості вищої освіти.

### **Політика щодо академічної доброчесності**

Тексти індивідуальних завдань (в т.ч. у разі, коли вони виконуються у формі презентацій або в інших формах) можуть перевірятись на плагіат. Для цілей захисту індивідуального завдання оригінальність тексту має складати не менше 70%. Виключення становлять випадки зарахування публікацій Здобувачів у матеріалах наукових конференціях та інших наукових збірниках, які вже пройшли перевірку на плагіат.

Списування під час тестування та інших опитувань, які проводяться у письмовій формі, заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). У разі виявлення фактів списування з боку здобувача він отримує інше завдання. У разі повторного виявлення призначається додаткове заняття для проходження тестування.

## **Політика щодо відвідування**

Здобувач, який пропустив аудиторне заняття з поважних причин, має продемонструвати викладачу та надати до деканату факультету документ, який засвідчує ці причини.

За об'єктивних причин (хвороба, міжнародне стажування, наукова та науково-практична конференція (круглий стіл) тощо) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу.

## **Методи контролю**

Основні форми участі Здобувачів у навчальному процесі, що підлягають поточному контролю: виступ на практичних заняттях; доповнення, опонування до виступу, рецензія на виступ; участь у дискусіях; аналіз першоджерел; письмові завдання (тестові, індивідуальні роботи у формі рефератів); та інші письмові роботи, оформлені відповідно до вимог. Кожна тема курсу, що винесена на лекційні та практичні заняття, відпрацьовується Здобувачами у тій чи іншій формі, наведеній вище. Обов'язкова присутність на лекційних заняттях, активність впродовж семестру, відвідування/відпрацювання усіх аудиторних занять, виконання інших видів робіт, передбачених навчальним планом з цієї дисципліни.

При оцінюванні рівня знань Здобувача аналізу підлягають:

- характеристики відповіді: цілісність, повнота, логічність, обґрунтованість, правильність;

- якість знань (ступінь засвоєння фактичного матеріалу): осмисленість, глибина, гнучкість, дієвість, системність, узагальненість, міцність;

- ступінь сформованості умінь поєднувати теорію і практику під час розгляду ситуацій, практичних завдань;

- рівень володіння розумовими операціями: вміння аналізувати, синтезувати, порівнювати, абстрагувати, узагальнювати, робити висновки з проблем, що розглядаються;

- досвід творчої діяльності: вміння виявляти проблеми, розв'язувати їх, формувати гіпотези;

- самостійна робота: робота з навчально-методичною, науковою, допоміжною вітчизняною та зарубіжною літературою з питань, що розглядаються, вміння отримувати інформацію з різноманітних джерел (традиційних; спеціальних періодичних видань, ЗМІ, Internet тощо).

**Тестове опитування** може проводитись за одним або кількома змістовими модулями. В останньому випадку бали, які нараховуються Здобувачу за відповіді на тестові питання, поділяються між змістовими модулями.

**Індивідуальне завдання** підлягає захисту Здобувачом на заняттях, які призначаються додатково.

Індивідуальне завдання може бути виконане у різних формах. Зокрема, Здобувачи можуть зробити його у вигляді реферату. Реферат повинен мати обсяг від 18 до 24 сторінок А4 тексту (кегль Times New Roman,



шрифт 14, інтервал 1,5), включати план, структуру основної частини тексту відповідно до плану, висновки і список літератури, складений відповідно до ДСТУ 8302:2015. В рефераті можна також помістити словник базових понять до теми. Водночас індивідуальне завдання може бути виконане в інших формах, наприклад, у вигляді дидактичного проєкту, у формі презентації у форматі Power Point. В цьому разі обсяг роботи визначається індивідуально – залежно від теми.

Література, що рекомендується для виконання індивідуального завдання, наведена у цій робочій програмі, а в електронному вигляді вона розміщена на Освітньому сайті КНУБА, на сторінці кафедри.

Також як виконання індивідуального завдання за рішенням викладача може бути зарахована участь Здобувача у міжнародній або всеукраїнській науково-практичній конференції з публікацією у матеріалах конференції тез виступу (доповіді) на одну з тем, дотичних до змісту дисципліни, або публікація статті на одну з таких тем в інших наукових виданнях.

Текст індивідуального завдання подається викладачу не пізніше, ніж за 2 тижні до початку залікової сесії. Викладач має право вимагати від Здобувача доопрацювання індивідуального завдання, якщо воно не відповідає встановленим вимогам.

Результати поточного контролю заносяться до журналу обліку роботи. Позитивна оцінка поточної успішності Здобувачів за відсутності пропущених та невідпрацьованих практичних занять та позитивні оцінки за індивідуальну роботу є підставою для допуску до підсумкової форми контролю. Бали за аудиторну роботу відпрацьовуються у разі пропусків.

**Підсумковий контроль** здійснюється під час проведення залікової сесії з урахуванням підсумків поточного та модульного контролю. Під час семестрового контролю враховуються результати здачі усіх видів навчальної роботи згідно зі структурою кредитів.

Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою.

**Розподіл балів для дисципліни з формою контролю у вигляді заліку (осінній семестр)**

Вид навчальної роботи	Поточне оцінювання	
	Змістовий модуль №1	Змістовий модуль №2
Лекції	15	-
Лабораторні роботи	-	20
Практичні заняття	-	5
Індивідуальне завдання №1	20	-
<b>Підсумкова</b>	<b>35</b>	<b>25</b>
<b>Підсумковий тест (залік)</b>	<b>40</b>	
<b>Сума</b>	<b>100</b>	

**Розподіл балів для дисципліни з формою контролю у вигляді екзамену  
(весняний семестр)**

Вид навчальної роботи	Поточне оцінювання	
	Змістовий модуль №3	Змістовий модуль №4
Лекції	17	-
Лабораторні роботи	-	20
Практичні заняття	7	-
Індивідуальне завдання №2	-	16
<b>Підсумкова</b>	<b>24</b>	<b>36</b>
<b>Підсумковий тест (екзамен)</b>	<b>40</b>	
<b>Сума</b>	<b>100</b>	

**Шкала оцінювання індивідуальної роботи**

Оцінка за національною шкалою	Кількість балів	Критерії
<b>відмінно</b>	30	відмінне виконання (розкриття теми, посилання та цитування сучасних наукових джерел (не старше 2017 року), <b>дотримання норм доброчесності</b> )
	25	відмінне виконання з незначною кількістю помилок виконання (розкриття теми, посилання та цитування сучасних наукових джерел (більшість з яких не старше 2017 року), <b>дотримання норм доброчесності</b> )
<b>добре</b>	22	виконання вище середнього рівня з кількома помилками (розкриття теми в межах об'єкту та завдань роботи, посилання та цитування сучасних наукових джерел (серед яких є такі, що не старше 2017 року), <b>дотримання норм доброчесності</b> )
	20	виконання з певною кількістю помилок (розкриття теми в межах об'єкту та завдань роботи, наявність посилань та цитувань наукових джерел, <b>дотримання норм доброчесності</b> )
<b>задовільно</b>	18	виконання роботи задовольняє мінімальним критеріям помилок (розкриття теми в основному в межах об'єкту роботи, наявність концептуального апарату роботи, присутність не менше 5 посилань та цитувань наукових джерел, <b>дотримання норм доброчесності</b> )

**Шкала оцінювання: національна та ECTS**

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	<b>A</b>	Зараховано
82-89	<b>B</b>	
74-81	<b>C</b>	
64-73	<b>D</b>	
60-63	<b>E</b>	

35-59	<b>FX</b>	Не зараховано з можливістю повторного складання
<u>0-34</u>	<b>F</b>	Не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### **Умови допуску до підсумкового контролю**

Здобувачу, який має підсумкову оцінку за дисципліну від 35 до 59 балів, призначається додаткова залікова сесія. В цьому разі він повинен виконати додаткові завдання, визначені викладачем.

Здобувач, який не виконав вимог робочої програми по змістових модулях, не допускається до складання підсумкового контролю. В цьому разі він повинен виконати визначене викладачем додаткове завдання по змісту відповідних змістових модулів в період між основною та додатковою сесіями.

Здобувач має право на опротестування результатів контролю (апеляцію). Правила подання та розгляду апеляції визначені внутрішніми документами КНУБА, які розміщені на сайті КНУБА та зміст яких доводиться Здобувачам до початку вивчення дисципліни.

### **Методичне забезпечення дисципліни**

#### **Підручники:**

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

2. Егоров-Тисменко Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия: учебник / Ю.К. Егоров-Тисменко. – Под ред. Академика В.С. Урусова. – М.: КДУ, 2005. – 592с.

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

4. Шевченко Л.Л. Кристалохімія: Підручник. – К: Вища школа, 1993. – 174 с.

#### **Навчальні посібники:**

1. Пчелінцев В.О. Кристалографія, кристалохімія та мінералогія: Навчальний посібник. – Суми: Вид-во СумДУ, 2007. – 232 с.

2. Куровець М.І. Кристалографія і мінералогія. Ч.1. Кристалографія мінералів.- Львів: Світ, 1996.- 236 с.

3. Куровець М.І. Кристалографія і мінералогія. Ч.2. Систематика, короткий опис та методика визначення мінералів. - Львів: Світ, 1996. - 216 с.

4. В'язучі матеріали: Підручник / О.О. Пащенко, В.П. Сербін, О.О. Старчевська. — К.: Вища школа, 1995

5. H.Taylor Cement hemistry / H.Taylor —London: Thomas Telford, 1997 — 459 p. ISBN0727725920

6. Пчелінцев В.О. Кристалографія, кристалохімія та мінералогія: Навчальний посібник. – Суми: Вид-во СумДУ, 2007. – 232 с.

7. Основи кристалографії: навчальний посібник/ Укл.: І.М. Фодчук, О.О. Ткач. – Чернівці: ЧНУ, 2007 - 108с.

8. Зиман З.З. Основи структурної кристалографії: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / З.З. Зиман. – Х.: ХНУімені В. Н. Каразіна, 2008. – 212 с.

9. Словотенко Н.О. Геометрична кристалографія. Ч. 1: навч. посібник для студентів / Н.О. Словотенко, І.Т. Бакуменко. – Львівський національний університетімені Івана Франка, 2015. – 96 с.

10. Evans R.C. An Introduction to Crystal Chemistry: 2nd ed. — Cambridge: At the University Press. – 1964. – 422 p.

11. Корнілович Б.Ю. Фізична хімія кремнезему і нанодисперсних силікатів / Б.Ю. Корнілович. - К.: "Освіта України", 2013. — 178 с.

#### **Методичні роботи:**

1. Кристалохімія, кристалографія та мінералогія: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт по темі «Кристалографія» / уклад.: К.К. Пушкарьова, Л.О. Кушнірова – К.: КНУБА, 2021. – 35 с.

#### **Інформаційні ресурси**

1. <http://library.knuba.edu.ua/>
2. <http://org.knuba.edu.ua/>, web-сторінка кафедри будівельних матеріалів.
3. <https://cyberleninka.ru>
4. <http://database.iem.ac.ru/mincryst/rus/index.php>
5. <http://rruff.geo.arizona.edu/AMS/amcsd.php>
6. <https://journals.iucr.org/>
7. <https://www.smorf.nl/draw.php>
8. <https://www.ige.org/cristalografia-3D/#>