

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра фундаментальної та прикладної геології



**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Декан факультету геології,  
географії, рекреації і туризму

Віліна ПЕРЕСАДЬКО

“30” серпня 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ЗАГАЛЬНА МІНЕРАЛОГІЯ З ОСНОВАМИ КРИСТАЛОГРАФІЇ**

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 10. Природничі науки

спеціальність 103. Науки про Землю

освітня програма Геологічна зйомка, пошуки та розвідка корисних копалин

Геологія нафти і газу

спеціалізація

вид дисципліни обов'язкова

факультет геології, географії, рекреації і туризму

2024 / 2025 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету геології, географії, рекреації і туризму

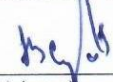
“26” серпня 2024 року, протокол № 8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Клевцов Олександр Олександрович, к. геол. н., доцент кафедри фундаментальної та прикладної геології.

Програму схвалено на засіданні кафедри фундаментальної та прикладної геології

Протокол від “26” серпня 2024 року № 14

Завідувач кафедри фундаментальної та прикладної геології

  
\_\_\_\_\_ Валерій СУХОВ  
(підпис)

Програму погоджено з гарантами освітньо-професійних програм «Геологічна зйомка, пошуки та розвідка корисних копалин» та «Геологія нафти і газу»

Гарант освітньо-професійної програми «Геологічна зйомка, пошуки та розвідка корисних копалин»

  
\_\_\_\_\_ Сергій ГОРЯЙНОВ  
(підпис)


Гарант освітньо-професійної програми «Геологія нафти і газу»

  
\_\_\_\_\_ Олександр КЛЕВЦОВ  
(підпис)

Програму погоджено науково-методичною комісією факультету геології, географії, рекреації і туризму

Протокол від “26” серпня 2024 року № 7

Голова науково-методичної комісії факультету геології, географії, рекреації і туризму

  
\_\_\_\_\_ Олександр ЖЕМЕРОВ  
(підпис)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Загальна мінералогія з основами кристалографії» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавр спеціальності 103. Науки про Землю; освітньо-професійної програми: «Геологія нафти і газу», «Геологічна зйомка, пошук та розвідка корисних копалин».

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. **Метою** викладання навчальної дисципліни є сформувані геолого-мінералогічний світогляд майбутнього фахівця геолога ”

1.2. **Основні завдання** вивчення дисципліни полягають у формуванні наступних загальних та фахових компетентностей:

K03. Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях.

K04. Знання та розуміння предметної області наук про Землю та розуміння професійної діяльності.

K08. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

K13. Знання та розуміння теоретичних основ наук про Землю як комплексну природну систему.

K14. Здатність застосовувати базові знання фізики, хімії, біології, екології, математики, інформаційних технологій при вивченні Землі та літосфери, речовини земної кори, покладів корисних копалин.

K15. Здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних засобів у польових і лабораторних умовах.

K16. Здатність застосовувати кількісні методи при дослідженні літосфери, геологічних об'єктів та процесів.

K17. Здатність до всебічного аналізу складу і будови літосфери та земної кори на різних просторово-часових масштабах.

K18. Здатність інтегрувати польові та лабораторні спостереження з теорією у послідовності: від спостереження до розпізнавання, синтезу і моделювання геологічних об'єктів, процесів та явищ.

K20. Здатність самостійно досліджувати природні матеріали (мінерали та гірські породи) в польових і лабораторних умовах, описувати, аналізувати, документувати і звітувати про результати.

K22. Здатність ідентифікувати та класифікувати відомі і реєструвати нові геологічні об'єкти у земній корі, їх властивості та притаманні їм процеси.

Завданнями вивчення дисципліни є ознайомлення студентів з об'єктами мінералогії і визначення її як науки. Стисла історія мінералогії – розвиток уявлень про кристали, мінерали і мінералогічні знання. Співвідношення мінералогії з іншими геологічними та природничими науками. Основні завдання сучасної мінералогії і кристалографії, значення кристалів і мінералів в народному господарстві.

1.3. Кількість кредитів - 7

1.4. Загальна кількість годин – 210

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна	
Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Рік підготовки	
1-й	1-й
Семестр	
1-й	1-й
Лекції	
48 год.	14 год.
Практичні, семінарські заняття	
-	-
Лабораторні заняття	
48 год.	14 год.
Самостійна робота	
114 год.	182 год.
Індивідуальні завдання	
-	-

#### 1.6. Заплановані результати навчання

ПР01. Збирати, обробляти та аналізувати інформацію в області наук про Землю - за заданою темою в області геології, у тому числі нафтогазової геології.

ПР05. Вміти проводити польові та лабораторні дослідження геологічних об'єктів.

ПР06. Визначати основні характеристики, процеси, історію розвитку і склад Землі як планетарної системи, а також літосферита земної кори у межах окремих територій.

ПР07. Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, біології, екології, математики, інформаційних технологій при вивченні природних процесів формування і розвитку земної кори та процесів формування корисних копалин, у тому числі нафти і газу

ПР08. Обґрунтовувати вибір та використовувати польові та лабораторні методи для аналізу природних та антропогенних систем і об'єктів (мінералів, гірських порід, геологічних об'єктів).

ПР10. Аналізувати склад і будову земної кори на різних просторово-часових масштабах.

Здобувач вищої освіти повинен

знати :

1. Поняття про кристали і мінерали.
2. Основні закони та поняття кристалографії.
3. Основні поняття кристалохімії.
4. Роль і форми води в мінералах.
5. Характеристику морфології мінералів, зростків та мінеральних агрегатів.
6. Фізичні властивості мінералів.
7. Лабораторні і польові методи досліджень мінералів.
8. Як відбувається зародження і ріст мінералів?
9. Ендогенні процеси мінералоутворення.
10. Екзогенні процеси мінералоутворення.
11. Що таке генерації, парагенезиси і асоціації мінералів; типоморфні мінерали.
12. Кристалохімічну класифікацію мінералів, прийняту у даному курсі.
13. Характеристику типу самородних елементів, мінерали класу самородних металів.
14. Загальну характеристику типу сульфідів і близьких до них мінералів.
15. Характеристику мінералів типу галоїдів.

16. Загальну характеристику класу оксидів і гідроксидів.
17. Загальну характеристику класу силікатів та алюмосилікатів, їх структурні типи.
18. Характеристику мінералів класу карбонатів. Діагностичні ознаки безводних та водних карбонатів.
19. Які мінерали входять до класу сульфатів, їх характерні ознаки та походження?
20. Характеристику мінералів класу фосфатів, арсенатів, ванадатів.
21. Стислу характеристику мінералів класу молібдатів і вольфраматів.
22. Що ви знаєте про мінерали класу боратів?
23. Загальну характеристику типу біоорганічних сполук та мінералів озокериту та бурштину.
24. Найважливіші мінеральні асоціації земної кори.

вміти :

1. Визначати симетрію, сингонію та прості форми кристалів;
2. Обчислювати формули мінералів за даними валового хімічного аналізу;
3. Визначати фізичні, фізико-хімічні властивості мінералів;
4. Описувати типи, класи, підкласи та групи мінералів за їх складом і будовою згідно з кристалохімічною класифікацією мінералів та визначати їх практичне значення
5. Визначати умови утворення мінералів і найважливіші мінеральні асоціації порід і мінеральних родовищ земної кори.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### РОЗДІЛ 1. ОСНОВИ КРИСТАЛОГРАФІЇ ТА МІНЕРАЛОГІЇ

#### Тема 1. Основи геометричної кристалографії

Поняття про кристали і кристалічні речовини. Виникнення та ріст кристалів. Властивості кристалічних речовин.

Співвідношення між параметрами елементарних комірок та їх форми. Закон сталості граних кутів (закон Стенона – Ломоносова – Роме де Ліля). Елементи симетрії кристалів та методика їх визначення.

Закон раціональних відношень параметрів ( закон цілих чисел, закон Аюї). Символи граней. Установка кристалів. Прості форми кристалів. Форми росту кристалів, реальні та ідеальні форми. Кристали-двійники. Габітусні типи кристалів.

#### Тема 2. Основи кристалохімії

Конституція кристалів. Агрегатний стан мінералів. Характеристика структурних одиниць кристалічної решітки мінералів. Типи хімічних зв'язків . Розміри атомів та іонів. Уявлення про координаційне число.

Типи структур. Найщільніші упаковки атомів та іонів. Типи порожнин в упаковках.. Залежність фізичних властивостей кристалів від мотивів їх структур..

Ізоморфізм. Поліморфізм і політипія. Параморфізм.

Хімічний склад, хімічні властивості та формули мінералів. Обчислення формул мінералів за даними валового хімічного аналізу. Мінерали сталого і змінного складу.

Роль і форми води в мінералах. Включення в мінералах. Морфологія мінералів, зростків та мінеральних агрегатів.

#### Тема 3. Основи кристалофізики

Фізичні, фізико-хімічні властивості мінералів та залежність від особливостей їх складу і текстури. Оптичні властивості. Світловідбиття, блиск, світловбирання (прозорі, напівпрозорі і непрозорі мінерали). Забарвлення мінералів (ідіохроматичне, алохроматичне, псевдохроматичне). Колір риси. Мінливість, іризація, опалесценція. Люмінесценція. Лабораторні і польові методи визначення.

Механічні властивості. Щільність кристалів. Твердість. Анізотропія твердості мінералів. Крихкість. Ковкість. Спайність, окремість, злам. Гнучкість і пружність. Магнітні властивості кристалів. Феромагнітні, парамагнітні і діамагнітні мінерали. Радіоактивні властивості кристалів. Розчинність, взаємодія з кислотами, реакції окислення і відновлення, гідролізу і обмінного розкладання мінералів. Лабораторні і польові методи визначення.

#### Тема 4. Кристалогенезис

Умови утворення і перебування мінералів у земній корі. Форми перебування мінералів у природі. Зародження мінералів. Гомогенне зародження. Гетерогенне зародження (на поверхні рідини, на мінералах). Ріст мінералів (плоскими шарами, спіральними шарами), мікроблочний ріст, ріст метакристалів. Швидкість росту кристалів. Зміна й руйнування мінералів (механічні деформації, розчинення мінералів, регенерація, псевдоморфози, перекристалізація).

Ендогенні процеси мінералоутворення: власне магматичний процес, пневматолітовий процес (мінерали вулканічних і глибинних пневматолітів); гідротермальний процес (мінерали гіпотермальних, мезотермальних та епітермальних жил); метасоматичні процеси. Приклади мінеральних парагенезисів. Пегматитовий процес. Парагенезиси мінералів різних фаз утворення пегматитів по Ферсману. Контактково-метасоматичні процеси. Мінеральні парагенезиси. Грейзени. Мінеральні парагенезиси. Мінерали у метеоритах.

Екзогенні процеси мінералоутворення: вивітрювання; мінералоутворення при осадовому процесі. Метаморфогенні процеси мінералоутворення: контакткові, дислокаційні, регіональні, регресивні (діафторез), ударні (імпактні).

## РОЗДІЛ 2. СИСТЕМАТИЧНА МІНЕРАЛОГІЯ

#### Тема 5. Мінералогічна систематика

Класифікація мінеральних видів. Сполуки неорганічні і органічні. Мінеральний вид, різновид і мінеральні відміни. Походження назви мінералів.

Гомоатомні з'єднання: прості речовини, карбіди, нітриди та фосфіди.. Тип сульфідів та їх аналогів. Загальна характеристика та основні представники.

Тип кисневих сполук. Оксиди та гідроксиди. Загальна характеристика та основні представники.

Силікати і алюмосилікати. Координаційні, каркасні, кільцеві.

Силікати і алюмосилікати. Острівні, ланцюжкові та шаруваті.

Клас фосфатів, боратів, арсенатів, ванадатів, вольфраматів, молібдатів, хроматів.

Клас карбонатів та сульфатів. Галоїдні з'єднання. Хлориди, броміди, йодиди, фториди, оксихлориди, оксифториди. Загальна характеристика та основні представники.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		п	лаб.	інд.	с. р.	л		п	лаб.	інд.	с. р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Розділ 1. Основи кристалографії та мінералогії</b>												
<b>Разом за розділом 1</b>	<b>120</b>	<b>26</b>	<b>-</b>	<b>20</b>	<b>-</b>	<b>74</b>	<b>120</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>107</b>
<b>Розділ 2. Систематична мінералогія</b>												
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>90</b>	<b>22</b>	<b>-</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>40</b>	<b>90</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>9</b>	<b>-</b>	<b>75</b>
<b>УСЬОГО ГОДИН</b>	<b>210</b>	<b>48</b>	<b>-</b>	<b>48</b>	<b>-</b>	<b>114</b>	<b>210</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>182</b>

#### 4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин, д/з
1.	Визначення елементів симетрії багатогранників	4/1
2.	Визначення простих форм кристалів	4/1
3.	Визначення сингоній кристалічних багатогранників	4/1
4.	Визначення морфології мінералів та мінеральних агрегатів	4/1
5.	Визначення фізичних властивостей мінералів	4/1
Розділ 2		
6.	Ознайомлення з мінералами класу прості речовини	4/2
7.	Ознайомлення з мінералами класу сульфідів	4/1
8.	Ознайомлення з мінералами класу оксиди та гідроксиди	4/2
9.	Ознайомлення з мінералами острівних силікатів.	4/1
10.	Ознайомлення з мінералами піроксенів, амфіболітів, слюд.	4/1
11.	Ознайомлення з мінералами каркасних силікатів.	4/1
12.	Ознайомлення з мінералами карбонатів, фосфатів, галоїдів.	4/1
	<b>Загалом</b>	<b>48/14</b>

#### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи Закріпити матеріал та поглибити знання за темами:	Кількість годин, д/з
1.	Теорії росту кристалів, шляхи утворення кристалів. Розчинення і регенерація кристалів. Концентраційні потоки. Технічні методи вирощування кристалів.	6/8
2.	Закон раціональності відношення параметрів граней кристала, символи граней.	6/9
3.	Визначення простих форм кристалів та їх габітусних груп Визначення координаційного числа	6/10
4.	Хімічний склад, кристалохімічна формула і внутрішня будова мінералів. Приклади. Основні типи структур за характером сполучень структурних одиниць. Приклади. Типи хімічного зв'язку у мінералах. Приклади.	6/10
5.	Ізоморфізм, Види і типи ізоморфізму, умови його прояву. Приклади. Морфологія агрегатів мінералів та їх діагностичне та генетичне значення. Приклади	6/10
6.	Морфологія агрегатів мінералів і її діагностичне та генетичне значення. Приклади	6/10
7.	Аморфний і кристалічний стан речовини. Агрегатний стан мінералів. Приклади. Форми знаходження води в мінералах. Приклади.	6/10
8.	Типи забарвлення мінералів, відтінок, мінливість, іризація, опалесценція, колір риси. Приклади. Типи блиску мінералів, прозорість мінералів. Приклади	6/8
9.	Спайність мінералів і її види, злам, окремість. Відмінність спайності і окремість. Абсолютна і відносна твердість, їх визначення. Мінерали шкали Мооса. Приклади мінералів.	6/8

10.	Поширеність мінералів в земній корі і мантії. Розподіл мінералів на породо- і рудоутворюючі, акцесорних, рідкісні та вторинні.	6/8
11.	Магматичний процес мінералоутворення. Послідовність кристалізації мінералів з магматичного розплаву за схемою Боуена і парагенезиси магматичних порід. Типи скарнів (вапняні, магнезійні). Мінеральні парагенезиси. Гідротермальний процес мінералоутворення, його види. Парагенезиси мінералів.	6/8
12.	Процеси вивітрювання (фізичне, хімічне, біологічне і біохімічне). Приклади. Транспортування і осадова диференціація (механічна, хімічна). Приклади. Процеси седиментації і діагенезу. Кори вивітрювання: кислих порід, основних порід. Зона окислення сульфідних родовищ.	8/8
Розділ 2		
13.	Хімічний склад, фізичні властивості та генезис мінералів класу прості речовини – мідь, срібло, золото, ферит, платина; сульфідів та їх аналогів – халькозин, піротин, сфалерит, халькопірит, реальгар, кіновар, антимоніт, аурипігмент, пірит, кобальтин, арсенопірит, молібденіт, булантерит	8/14
14.	Хімічний склад, фізичні властивості та генезис мінералів класу оксиди та гідроксиди – шпінель, корунд, ільменіт, кварц, рутил, діаспор	8/13
15.	Хімічний склад, фізичні властивості та генезис мінералів класу силікати і алюмосилікати: острівні – епідот, астрофіліт; ланцюжкові – енстатит, діопсид, геденбергіт, авгіт, сподумен, волостаніт; шаруваті – серпентин, каолініт, тальк, слюди, гідрослюди, хлорити .	6/12
16.	Хімічний склад, фізичні властивості та генезис мінералів класу силікати і алюмосилікати: координаційні – олівін, фенакіт, гранати, циркон, дістен, ставроліт, сфен; каркасні - К-Na польові шпати, плагіоклази, скаполіт, нефелін, содаліт, лазурит; кільцеві – берил, кордієрит, діаптаз, турмалін.	6/12
17.	Хімічний склад, фізичні властивості та генезис мінералів: фосфатів, боратів, арсенатів, ванадатів – апатит, вівіаніт, монацит, бірюза, борацит, людвігіт; вольфраматів – вольфраміт, шесліт; молібдатів – повеліт, вульфеніт; хроматів - крокоїт.	6/12
18.	Хімічний склад, фізичні властивості та генезис мінералів: галоїди - флюорит, кам'яна сіль, сильвін; карбонати - кальцит, доломіт, магнезит, сидерит, малахіт, азурит; сульфати - барит, гіпс, ангідрит;	6/12
	Разом	114/182

## 6. Індивідуальні завдання – не передбачені

### 7. Методи навчання

Навчальним планом передбачені лекції, лабораторні заняття, самостійна робота, використовуються методи навчання: словесні (лекція, розповідь-пояснення,) наочні (ілюстрація, демонстрація), практичні, проблемно-пошукові.

### 8. Методи контролю

Перевірка правильності виконання лабораторних робіт; поточна контрольна робота для перевірки засвоєння матеріалу курсу;

Підсумковий контроль – екзаменаційна робота на платформі Moodle.



### 9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання				Екзамен	Сума
Лабораторні роботи		Контрольна робота	Разом		
ЛР1-ЛР5	ЛР6-ЛР12	22	60	40	100
5*2=10	7*4=28				

#### Критерії оцінювання навчальних досягнень:

*Лабораторні роботи ЛР1-ЛР5:*

Максимальна кількість балів – 2.

При визначенні кількості балів враховуються:

правильність виконання – 1 бал

оформлення практичної роботи – 0,5 бала

своєчасність виконання – 0,5 бала.

*Лабораторні роботи ЛР6-ЛР12:*

Максимальна кількість балів – 4.

При визначенні кількості балів враховуються:

Правильність виконання – 3 бали

оформлення практичної роботи – 0,5 бала

своєчасність виконання – 0,5 бала.

*Контрольна робота (22 бали)* має форму тестів множинного вибору та частково відкритих питань, на які здобувачам необхідно дати відповідь. Максимальна кількість балів, яку здобувач може отримати за відповідь на кожне питання, вказана в роботі.

- 0 – 40 % від максимальної оцінки – здобувач слабо орієнтується в навчальному матеріалі, його відповіді неструктуровані, матеріал викладено уривчасто та неповно, здобувач не володіє термінологічним апаратом;
- 40 – 70 % від максимальної оцінки – здобувач орієнтується в навчальному матеріалі, але його обсяг чітко в межах матеріалу, прослуханого в аудиторії, наявне слабке володіння термінологічним апаратом, матеріал подано в достатньому обсязі, але він неструктурований;
- 70 – 100 % від максимальної оцінки – здобувач добре орієнтується в навчальному матеріалі, його обсяг виходить за межі матеріалу, прослуханого в аудиторії (прослідковується самостійна підготовка), наявне ґрунтовне володіння термінологічним апаратом, матеріал подано в повному обсязі, він структурований та чітко викладений.

*Екзаменаційна робота (40 балів)* має форму тестів множинного вибору. Максимальна кількість балів, яку здобувач може отримати за відповідь на кожне питання, вказана в роботі.

Умовою допуску студента до підсумкового семестрового контролю - мінімум 10 балів за поточний контроль.

#### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
	для чотирирівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно
70-89	добре
50-69	задовільно
1-49	незадовільно

### 10 Рекомендована література

#### основна

1. Андрєєв В.В. Утворення та природне асоціювання мінералів в земній корі / В.В. Андрєєв. – Харків: вид-во ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2009. -92с.
2. Заріцький П.В. Тихоненко Д.Г., Горін М.О., Андрєєв В.В. Дегтярьов В.В. Підручник з грифом МОН. «Геологія з основами мінералогії. »

3. Лазаренко Е.К. Курс Мінералогії. Частина 1 / Е.К. Лазаренко. – Львів: Видавництво Львівського університету, 1958. – 275 с.
4. Мінералого-петрографічний словник. Книга перша. Мінералогічний словник/ [Укл.: Білецький В.С., Суярко В.Г., Іщенко Л.В.]. – Харків: НТУ «ХПІ», Київ: ФОП Халіков Р.Х., 2018. – 444 с.

#### **допоміжна**

5. Павлишин В.І., Довгий С.О. Мінералогія: підр. — К.: КНТ, 2008. — Ч. 1. — 536 с.;
6. Павлишин В.І., Довгий С.О. Мінералогія: підр. — К.: КНТ, 2020. — Ч. 2. — 568 с
7. Узлов К.І. Кристалографія, кристалохімія та мінералогія. Частина I: Конспект лекцій. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2015. – 36 с.
8. Узлов К.І. Кристалографія, кристалохімія та мінералогія. Частина II: Конспект лекцій. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2015. – 52 с.
9. Матковський О., Павлишин В., Сливко Є. Основи мінералогії України. Львів: ЛНУ, 2009. – 856с.

#### **11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення**

Відео-лекція «Симетрія кристалів» <https://www.youtube.com/watch?v=BouT51uvGU>  
 Відео-лекція «Діамант – кривава історія тисячоліть».

[https://www.youtube.com/watch?v=zhFr4Kp0JJg&list=PLx8Fh9d5x9Za\\_7hFqAdwUFUcq3wYiue\\_&index=2](https://www.youtube.com/watch?v=zhFr4Kp0JJg&list=PLx8Fh9d5x9Za_7hFqAdwUFUcq3wYiue_&index=2)

Відео-лекція «Дорогоцінне каміння групи гранату»

[https://www.youtube.com/watch?v=l6YdtXzqzWg&list=PLx8Fh9d5x9Za\\_7hFqAdwUFUcq3wYiue\\_&index=3](https://www.youtube.com/watch?v=l6YdtXzqzWg&list=PLx8Fh9d5x9Za_7hFqAdwUFUcq3wYiue_&index=3)

Відео-лекція «Коштовне каміння групи кремнезему»

[https://www.youtube.com/watch?v=tzYI5k9z49k&list=PLx8Fh9d5x9Za\\_7hFqAdwUFUcq3wYiue\\_&index=4](https://www.youtube.com/watch?v=tzYI5k9z49k&list=PLx8Fh9d5x9Za_7hFqAdwUFUcq3wYiue_&index=4)

Відео-лекція «Коштовне каміння групи берилу. Смарагд»

[www.youtube.com/watch?v=By8MOzpkso&list=PLx8Fh9d5x9Za\\_7hFqAdwUFUcq3wYiue\\_&index=6](https://www.youtube.com/watch?v=By8MOzpkso&list=PLx8Fh9d5x9Za_7hFqAdwUFUcq3wYiue_&index=6)

Відео-лекція «Кристанооптичні властивості мінералів».

[https://www.youtube.com/watch?v=mLCXFFQEvAE&list=PLx8Fh9d5x9Za\\_7hFqAdwUFUcq3wYiue\\_&index=7](https://www.youtube.com/watch?v=mLCXFFQEvAE&list=PLx8Fh9d5x9Za_7hFqAdwUFUcq3wYiue_&index=7)