

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА  
Кафедра морської геології, гідрогеології, інженерної геології та  
палеонтології



**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор з науково-педагогічної  
роботи

(Майя НІКОЛАСВА)

» 09 2022 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ОК 16 Мінералогія та кристалографія

(назва навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти: Перший (бакалаврський)

Галузь знань: 10 Природничі науки

Спеціальність: 103 «Науки про Землю»

(код і назва спеціальності (тей))

Освітньо-професійна/наукова програма: Морська геологія, гідрогеологія та  
інженерна геологія

(назва ОПП/ОНП)

ОНУ

2022

Робоча програма навчальної дисципліни «Мінералогія та кристалографія».–  
Одеса: ОНУ, 2022. – 26 с.

Розробник: Кадурін С.В., канд. геол. наук, доцент кафедри морської геології, гідрогеології, інженерної геології та палеонтології.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри морської геології, гідрогеології, інженерної геології та палеонтології

Протокол № 1 від «1» 09 2022р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

(підпис)

(Євген ЧЕРКЕЗ)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено із гарантом ОПП/ОНП Морська геологія, гідрогеологія та інженерна геологія

(Наталя ФЕДОРОНЧУК)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) геолого-географічного факультету

Протокол № 1 від «2» 09 2022р.

Голова НМК \_\_\_\_\_

(підпис)

(Віталій СИЧ)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри морської геології, гідрогеології, інженерної геології та палеонтології

Протокол № 1 від «30» 08 2023р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

(підпис)

(Євген ЧЕРКЕЗ)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри морської геології, гідрогеології, інженерної геології та палеонтології

Протокол №     від «   » \_\_\_\_\_ 20   р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

(підпис)

( \_\_\_\_\_ )

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		очна форма навчання	заочна форма навчання
Загальна кількість кредитів – 8  годин - 240  Змістових модулів – 16	Галузь знань <u>10 Природничі науки</u> (шифр і назва)  Спеціальність <u>103 Науки про Землю</u> (код і назва)  Рівень вищої освіти: <u>Перший (бакалаврський)</u>	Обов'язкова	
		<b>Рік підготовки:</b>	
		1-й, 2-й	-й
		<b>Семестр</b>	
		2-й, 3-й	-й
		<b>Лекції</b>	
		60 год.	год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		60 год.	год.
		<b>Лабораторні</b>	
		- год.	год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		120 год.	год.
		Вид контролю: Іспит, залік	

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** знайомство студентів з сучасними науковими напрямками мінералогії, мінеральними видами, і способами їх діагностування, а також ознайомлення студентів з основними поняттями кристалографії, зв'язок її з іншими природничими науками, висвітлення питань анатомії та морфології кристалів.

**Завдання:** навчити студентів діагностувати мінеральні види, проводити їх кристало-хімічну класифікацію, виявляти походження та генезис мінералів та їх парагенезисів, особливості будови кристалічних ґраток різноманітних елементів та сполук, а також застосовувати основні закони кристалографії.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних компетентностей:

а) загальних (ЗК):

**ЗК04.** Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК08.** Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

б) фахових загальних (ФК):

**ФК5.** Здатність до всебічного аналізу складу і будови геосфер.

**ФК8.** Здатність самостійно досліджувати природні матеріали (у відповідності до спеціалізації) в польових і лабораторних умовах, описувати, аналізувати, документувати і звітувати про результати.

**ФК11.** Здатність виявляти закономірності розташування і розподілу властивостей геологічних об'єктів морів і суходолу, прогнозувати наявність корисних копалин із застосуванням геолого-мінералогічних, геофізичних та геохімічних методів.

**Програмні результати навчання:**

**ПР05.** Вміти проводити польові та лабораторні дослідження.

**ПР06.** Визначати основні характеристики, процеси, історію і склад Землі як планетарної системи та її геосфер.

**ПР08.** Обґрунтовувати вибір та використовувати польові та лабораторні методи для аналізу природних та антропогенних систем і об'єктів.

**ПР15.** Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:**

1. Методи визначення походження та генезису мінералів; основні закономірності походження парагенезисів мінеральних видів;
2. основні поняття про будову кристалічних ґраток та визначення параметрів;
3. ідентифікування та класифікацію кристалічних речовин;
4. основні закони кристалографії;
5. взаємозв'язок кристалічної будови з фізико-хімічними властивостями;
6. загальні поняття про симетрію кристалів та типи зв'язків у кристалах;
7. дефекти кристалічних структур, механічні та фізичні властивості мінералів;

8. основні чинники, які впливають на морфологію та анатомію мінералів (морфологія мінералів – результат взаємодії зовнішніх факторів і конституції мінералів, габітус і обрис кристалів, рельєф на гранях кристалів, скелетні кристали, елементи анатомії мінералів, закони анатомії кристалів, закономірні зростки мінералів, морфологія мінеральних агрегатів);
9. фізичну природу основних властивостей мінералів (густина мінералів, механічні, електричні і магнітні властивості мінералів, забарвлення та люмінесценція мінералів).

#### **Вміти:**

1. діагностувати мінерали за фізичними властивостями, у тому числі вміти досконало діагностувати орієнтовно 200 найбільш поширених породоутворювальних, рудних та акцесорних мінералів;
2. користуватися методами визначення походження та генезису мінералів;
3. виявляти походження геологічних тіл по парагенезисам мінеральних видів;
4. визначати стан мінеральної речовини, прості форми, що виникають на кристалах різних сингоній, і по особливостях їх морфології – тип просторової ґратки;
5. схарактеризувати основні особливості морфології та анатомії мінералів – їхні прості форми, габітус, обрис, зонально-секторіальну будову, спотворені форми, закономірні та випадкові зростки;
6. орієнтуватися в онтогенії та походженні мінералів за морфологічними ознаками;
7. визначати елементи симетрії кристалів, індицирувати вузли, напрями кристалів, використовувати прилади при визначенні гідростатичної ваги, мікротвердості та кутів між гранями кристалів;
8. визначати дефекти реальної будови кристалічних структур;
9. вирішувати типові кристалографічні задачі за допомогою сітки Вульфа;
10. визначати просторове розташування граней різних простих форм відносно кристалографічних осей;
11. читати сучасні кристалохімічні формули мінералів, перевіряти їх правильність;
12. інтерпретувати кристалічні структури мінералів на рівні структурного мотиву.

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### *Кристалографія*

**Змістовий модуль 1.** Кристалографія як наука. Предмет та завдання кристалографії. Симетрія кристалів.

**Тема 1.** Основні поняття кристалографії. Симетрія кристалів. Властивості кристалічної речовини.

Симетрія кристалів.

Просторова гратка. В просторовій гратці можемо виділити безліч однакових паралельно розташованих матеріальних часток – вузлів, центри яких з'єднавши подумки, отримаємо систему паралелепіпедів. В такій системі всі паралелепіпеди рівні між собою і повністю вповнюють простір.

**Властивості кристалічної речовини**

Найбільш загальними макроскопічними властивостями кристалічної речовини, що обумовлені трьохмірно-періодичною атомною будовою, є однорідність, анізотропія, симетрія та здатність до самоогранення. Поняття макроскопічної однорідності означає, що в будь-якій частині кристалу властивості тотожні. Слід наголосити, що з урахуванням вимог виробництва, будь-яку кристалічну речовину ми можемо сприймати то як однорідну, то як анізотропну. Анізотропія властива не лише твердим тілам, але й «рідинним кристалам», молекули яких мають видовжену форму і розташовуються більш-менш паралельно. Суть симетрії заключається в можливості провести перетворення об'єкту з наступним його суміщенням з самим собою в новому положенні. Здатність до самоогранення вказує на те, що кристал в процесі росту набуває форми багатогранника, завдяки його правильній внутрішній атомній будові.

**Тема 2.** Елементи симетрії кристалів.

Симетричне перетворення геометричної фігури самої в себе може бути здійснене за допомогою операцій симетрії. Симетричні перетворення, які здійснюються за допомогою трансляції та повороту називають операціями першого роду, в той час як перетворення, що містять відбиття в площині – операціями другого роду. Операції симетрії здійснюються за допомогою деяких геометричних образів: точок, прямих або площин. Запропоновані геометричні образи зводяться елементами симетрії.

**Змістовий модуль 2.** Сингонії та категорії. Закон сталості кутів.

**Тема 3.** Сингонії та категорії.

Будь-яка симетрична фігура може мати один або декілька елементів симетрії. Математично доведено, що кількість таких сукупностей обмежена і нараховує всього 32 комбінації, які називаються видами симетрії, або точеними групами. Визначені сукупності елементів симетрії можуть бути подібні між собою за одним або декількома елементами симетрії, що дозволяє виділити серед них декілька груп, котрі називають сингоніями. Сингонії в свою чергу об'єднуються в категорії.

**Тема 4.** Закон сталості кутів.

Згідно закону, у всіх кристалах одного й того ж мінерального виду при певних фізико-хімічних умовах, кути між відповідними гранями сталі. Ці обставини дозволяють провести вимірювання кутів між гранями, за допомогою технічних приладів – гоніометрів. Відомі три типи гоніометрів: прикладний, одно кружний та двокружний відбивні гоніометри.

**Змістовий модуль 3.** Ортогональне проектування. Аксонометричні проекції. Стереографічні проекції.

### **Тема 5.** Ортогональне проектування.

При вивченні кристалів часто застосовується графічний метод зображення їх на площині у вигляді ортогональної, аксонометричної та стереографічної проєкцій. Сутність ортогонального проектування зводиться до того, що предмет проєктується на дві взаємно перпендикулярні площини ортогональними (перпендикулярними) до цих площин променями.

### **Тема 6.** Аксонометричні проєкції. Стереографічні проєкції.

Аксонометричні проєкції. Сутність методу паралельного аксонометричного проектування полягає в тому, що предмет спочатку відносять до деякої системи координат, а потім проєктують паралельними променями на площину разом з координатною системою.

Стереографічні проєкції. Ні ортогональні, ні аксонометричні проєкції не виявляють дійсні величини кутів між гранями багатогранників. Цей недолік може бути усунений завдяки застосуванню графічних проєкцій. На графічній проєкції наноситься цифровий матеріал, отриманий при гоніометричних дослідженнях, що значно полегшує подальше вивчення геометричних властивостей багатогранника

## **Змістовий модуль 4.** Морфологія кристалів.

**Тема 7.** Морфологія кристалів. Прості форми та їх комбінації. Прості форми нижчої категорії.

Прості форми та їх комбінації.

З урахуванням зовнішнього вигляду, всі без винятку, багатогранники поділяються на два типи. Багатогранники першого типу сформовані гранями однаковими за формою і розмірами. До другого типу віднесені багатогранники, утворені гранями різними за формою. Багатогранники першого типу називають простими формами, багатогранники другого типу – їх комбінаціями. В кристалографії налічується усього 47 простих форм, серед яких розрізняють загальні та часткові, відкриті та закриті.

Прості форми нижчої категорії.

В нижчій категорії зустрічається усього сім простих форм: моноедр, пінакоїд, діедр, ромбічна призма, ромбічна піраміда, ромбічна дипіраміда та ромбічний тетраедр.

**Тема 8.** Морфологія кристалів. Прості форми та їх комбінації. Прості форми середньої категорії. Прості форми вищої категорії.

Прості форми середньої категорії.

На кристалах середньої категорії можуть утворюватись 25 нових простих форм, а саме: серія призм, серія пірамід, серія дипірамід, серія трапецеодрів, ромбоедр, тетрагональний тетраедр та тетрагональний і тригональний скаленоедри. Із раніше розглянутих простих форм до середньої категорії переходять лише дві з них: моноедр та пінакоїд.

Прості форми вищої категорії.

Ні одна з раніше розглянутих простих форм у вищу категорію не переходять. В ній нараховується 15 власних форм. До власне простих форм відносяться тетраедр, гексаедр, октаедр, ромбододекаедр та пентагондододекаедр.

Інші десять простих форм кубічної сингонії виводимо шляхом поділу граней деяких розглянутих вище простих форм.

### **Змістовий модуль 5.** Становлення кристалів.

**Тема 9.** Символи граней і ребер. Установка кристалів нижчої категорії.

Символи граней і ребер.

Кожний кристал певного мінерального виду може мати один і той же набір елементів симетрії, але відрізнятись від інших індивідів своєю зовнішньою формою. Звідси приходимо до висновку, що для характеристики будь-якого кристалу, окрім елементів симетрії, необхідно з'ясувати за допомогою закону раціональних відношень параметрів, розташування його граней в просторі. З цією метою слід вибрати систему координат та форму одиничної грані.

Установка кристалів нижчої категорії. За одиничну грань приймаємо різносторонній трикутник, за кристалографічні осі косокутну (моноклінна та триклинна сингонії) або ортогональну (ромбічна) систему координат.

**Тема 10.** Установка кристалів середньої категорії. Установка кристалів кубічної сингонії.

Установка кристалів середньої категорії. Система координат прямокутна, одинична грань має форму рівнобедреного трикутника.

Установка кристалів кубічної сингонії. Система координат ортогональна, одинична грань – правильний трикутник. Узагальнююча симетрія.

**Змістовий модуль 6.** Структура елементів та багатокомпонентних сполук. Методи вирощування кристалів.

**Тема 11.** Формули структурної кристалографії. Закон Вульфа- Брега. Пряма і обернена ґратки. Реальні кристали. Щільність упаковки, порожнини. Хімічна взаємодія. Електронна будова елементів. Хімічний зв'язок. Геометричний фактор стійкості. Основні структурні типи.

**Тема 12.** Методи вирощування кристалів. Кристалізація як фазовий перехід. Діаграми стану системи. Поверхнева енергія. Рушійна сила кристалізації. Моделі утворення зародків кристалізації. Механізми зростання кристалів. Епітаксія. Отримання кристалів із парової фази. Метод сублімації. Метод ван Аркела-де Бура. ПЖК метод. Вирощування кристалів із рідкої фази. Вирощування кристалів із розчину. Розчин-розплавна кристалізація. Гідротермальний синтез. Методи нормальної спрямованої кристалізації розплавів. Метод Бріджмена. Методи витягування кристалів із розплаву. Метод Чохральського. Метод Кіропулоса. Метод зонного плавлення. Вирощування кристалів з твердої фази. Перекристалізація. Метод Андраде. Метод термоцикування.

## *Мінералогія*

**Змістовий модуль 1.** Вступний розділ. Мінералогія як наука, предмет її вивчення. Поняття “мінерал”, його визначення. Основні поняття мінералогії. Мінералогія і її зв'язок з іншими аспектами.



**Тема 1.** Співвідношення мінералогії з іншими науками. Мінералогія і науково-технічний прогрес. Структура та завдання мінералогії. Значення мінералів у промисловості. Значення мінералогії для геологічних робіт. Значення мінералогії у комплексному вивченні руд.

**Тема 2.** Історія мінералогії. Динаміка відкриття нових мінералів. Мета і задачі сучасної мінералогії.

**Змістовий модуль 2.** Хімічний склад мінералів.

**Тема 3.** Закон Кларка-Вернадського. Хімічні елементи та числа мінеральних видів. Нестехіометрія хімічного складу мінералів.

Хімічний склад мінералів. Дослідження хімічного складу мінералів здійснюється як традиційним хімічним способом, так і різними експресними методами визначення елементів. Результати цих аналізів виражаються у вигляді масових відсотків оксидів, які складають мінерал.

Основні типи хімічних сполук: визначені, двійні, перемінного складу, тверді розчини. Вода у мінералах (зв'язана, вільна вода).

**Тема 4.** Формули мінералів.

Головною характеристикою мінералу є його хімічна формула, яка визначає кристалохімічну структуру мінералу, приналежність до певного мінерального виду і його хімічний склад. На відміну від мінливого (від взірця до взірця) масового відсоткового складу, тип формули мінералу є величиною постійною.

Різновиди формул мінералів: емпірична, кристалохімічна (структурна). Емпірична формула дає набір елементів. Наприклад, емпірична формула енстатиту –  $MgSiO_3$ , на 1-Mg і 3-SiO; кристалохімічна (структурна) формула відображає особливості кристалічної структури –  $Mg_2 Si_2O_6$ .

**Змістовий модуль 3.** Основні поняття мінералогії.

**Тема 5.** Поняття про ізоморфізм, види та типи ізоморфізму, умови його появи, практичне значення. Чинники та правила ізоморфізму. Тонкодисперсні і колоїдні мінерали.

**Тема 6.** Поняття про поля стійкості мінералів. Особливості хімічного і мінерального складу різних геосфер Землі. Розпад твердих розчинів. Кристалохімія і механізми розпаду твердих розчинів. Зародження і ріст нової фази. Гомогенне зародження. Гетерогенне зародження. Спінодальний розпад. Кінетика, *TTT*-діаграми та генетичне значення розпаду твердих розчинів.

**Змістовий модуль 4.** Морфологія мінералів та агрегатів.

**Тема 7.** Морфологія мінералів і мінеральних агрегатів: форма кристалів, облік кристалів (габітус). Основні чинники зміни морфології кристалів. Закон Браве. Принцип Доннея-Харкера. Концепція періодичних ланцюжків зв'язку. Принцип Кюрі. Правило динамічної поведінки структури Міхеєва-Шафрановського. Кристаломорфологічна еволюція мінералів. Принцип Гіббса-Кюрі-Вульфа.

Габітус і обрис кристалів. Рельєф на гранях кристалів: штрихуватість, віцинали, мозаїчність, фігури розчинення. Скелетні кристали: вершинні форми,

реберні форми, гранні форми. Ниткоподібні кристали. Розщеплені кристали. Скручені кристали.

**Тема 8.** Зв'язок з кристалічною структурою. Розміри атомів та іонів в кристалах.

Щільні упаковки атомів та іонів. Способи зображення кристалічної структури мінералів. Паралельні зростки кристалів. Двійникові зростки кристалів. Закони двійникування. Походження двійників. Двійники росту. Трансформаційні двійники. Двійники сковзання. Епітаксичні зростки мінералів та їх генетичне значення. Поверхні стискання між мінеральними індивідами. Ідіоморфна поверхня. Ксеноморфна поверхня. Індукційна поверхня. Вторинні поверхні.

Критерії відносного віку мінеральних індивідів в агрегатах. Зернисті мінеральні агрегати. Секреції і конкреції. Паралельно-тичкуваті агрегати першого, другого і третього типів. Сфероліти. Конкреції. Ооліти.

**Змістовий модуль 5.** Генезис мінеральних агрегатів та діагностуючі ознаки.

**Тема 9.** Форми залягання і генезис мінеральних агрегатів. Хімічний зв'язок атомів у кристалах і як він впливає на властивості мінералів. Онтогенія мінералів.

**Тема 10.** Зародження мінералів. Ріст мінералів. Зміна і руйнація мінералів.

Способи утворення мінералів: вільна кристалізація, метасоматичне заміщення, перекристалізація, поліморфне перетворення, впорядкування атомів у структурі, розпад твердих розчинів.

**Змістовий модуль 6.** Фізичні та оптичні властивості мінералів.

**Тема 11.** Фізичні властивості мінералів: спайність, твердість, злом, щільність.

**Тема 12.** Оптичні властивості мінералів: світлозаломлення, світловідбиття, світловбирання, світлорозсіювання. Блиск мінералів. Поняття про оптичну індикатрису. Радіоактивність мінералів. Радіаційне забарвлення. Люмінесценція мінералів. Природа і види люмінесценції. Закон(правило) Стокса. Фотолюмінесценція, термолюмінесценція, рентгенолюмінесценція мінералів. Генетичне і практичне значення люмінесценції мінералів.

**Змістовий модуль 7.** Механічні та електричні властивості мінералів.

**Тема 13.** Механічні властивості мінералів. Твердість, пружність, пластичність, крихкість, злам, спайність. Зв'язок механічних властивостей з конституцією мінералів. Генетичне і практичне значення механічних властивостей мінералів.

Термічні властивості мінералів. Властивості поверхні мінералів. Анізотропія властивостей мінералів.

**Тема 14.** Електричні властивості мінералів. Мінерали – піро- і п'єзоелектрики. Магнітні властивості мінералів. Магнітна сприйнятливості мінералів. Мінерали діамагнетики, парамагнетики. Феромагнетики,

антиферромагнетики, ферімагнетики. Використання властивостей мінералів для їх діагностики.

**Змістовий модуль 8.** Геологічні процеси мінералоутворення.

**Тема 15.** Магматичний та пегматитовий процеси мінералоутворення.

Магматичний процес – кристалізація мінералів з магми; пегматитовий процес – складний процес утворення мінералів у гетерогенному газово-рідинному середовищі. Уявлення про евтектику. Типові фізико-хімічні діаграми кристалізації мінералів у різних системах. Мінеральний склад магматичних порід і основні формації пегматитів.

**Тема 16.** Післямагматичне мінералоутворення. Метасоматоз. Гідротермальний процес мінералоутворення.

Умови й фактори післямагматичного мінералоутворення. Пневматолітове мінералоутворення. Природа флюїдів, їх взаємодія з породами. Сучасне уявлення про метасоматоз. Скарни. Псевдоморфне заміщення мінералів. Природа гарячих розчинів і гідротермальне мінералоутворення. Класифікація і мінеральний склад гідротермальних жил.

**Змістовий модуль 9.** Геологічні процеси мінералоутворення.

**Тема 17.** Гіпергенний та осадовий процеси мінералоутворення.

Фактори та умови гіпергенного мінералоутворення. Мінералоутворення в корах вивітрювання гірських порід, зонах окиснення й цементації рудних родовищ.

Умови, способи й фактори осадового мінералоутворення. Стадійність та основні індикатори осадового мінералоутворення. Механогенне мінералоутворення. Хемогенне мінералоутворення. Біогенне мінералоутворення.

**Тема 18.** Метаморфічний та імпактний процеси мінералоутворення.

Метаморфічний процес мінералоутворення. Контактний, регіональний метаморфізм. Мантіїно-метаморфічне мінералоутворення. Метаморфогенне рудоутворення.

**Змістовий модуль 10.** Методи детальних мінералогічних досліджень.

**Тема 19.** Польові і лабораторні (кристалографічні, рентгенометричні, кристалооптичні, термічні, хімічні) методи детальних мінералогічних досліджень

**Тема 20.** Мінералогічна документація і картування. Методи вивчення хімічного складу.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин				
	усього	у тому числі			
		л	п	лаб	інд
<b><i>Кристалографія.</i></b>					
<b>Змістовий модуль 1.</b> Кристалографія як наука. Предмет та завдання					

кристалографії . Симетрія кристалів						
Тема 1. Основні поняття кристалографії. Симетрія кристалів. Властивості кристалічної речовини.	6	1	1	-	-	4
Тема 2. Елементи симетрії кристалів.	6	3	1	-	-	2
Разом за змістовим модулем 1	12	4	2	-	-	6
Змістовий модуль 2. Сингонії та категорії. Закон сталості кутів						
Тема 3. Сингонії та категорії.	10	2	2	-	-	6
Тема 4. Закон сталості кутів.	10	2	2	-	-	6
Разом за змістовим модулем 2	20	4	4	-	-	12
Змістовий модуль 3. Ортогональне проектування. Аксонометричні проєкції. Стереографічні проєкції						
Тема 5. Ортогональне проектування.	9	3	2	-	-	4
Тема 6. Аксонометричні проєкції. Стереографічні проєкції.	9	3	2	-	-	4
Разом за змістовим модулем 13	18	6	4	-	-	8
Змістовий модуль 4. Морфологія кристалів.						
Тема 7. Прості форми та їх комбінації. Прості форми нижчої категорії	8	2	2	-	-	4
Тема 8. Прості форми та їх комбінації. Прості форми середньої категорії. Прості форми вищої категорії.	8	2	2	-	-	4
Разом за змістовим модулем 4	16	4	4	-	-	8
Змістовий модуль 5. Становлення кристалів						
Тема 9. Символи граней і ребер. Установка кристалів нижчої категорії.	8	2	2	-	-	4
Тема 10. Установка кристалів середньої категорії. Установка кристалів кубічної сингонії. Узагальнююча симетрія.	8	2	2	-	-	4
Разом за змістовим модулем 5	16	4	4	-	-	8
Змістовий модуль 6. Структура елементів та багатокомпонентних сполук. Методи вирощування кристалів						
Тема 11. Структура елементів та багатокомпонентних сполук.	7	2	2	-	-	3
Тема 12. Методи вирощування кристалів.	7	2	2	-	-	3
Разом за змістовим модулем 6	14	4	4	-	-	6
<b>Усього по Кристалографії</b>	<b>96</b>	<b>26</b>	<b>22</b>			<b>48</b>
Мінералогія. Змістовий модуль 1. Вступний розділ.						
Тема 1. Співвідношення мінералогії з іншими науками.	5	1	1	-	-	3

Тема 2. Історія мінералогії.	5	1	1	-	-	3
Разом за змістовим модулем 1	10	2	2	-	-	6
<b>Змістовий модуль 2. Хімічний склад мінералів.</b>						
Тема 3. Закон Кларка-Вернадського. Хімічні елементи та числа мінеральних видів. Нестехіометрія хімічного складу мінералів.	6	1	1	-	-	4
Тема 4. Формули мінералів.	8	2	2	-	-	4
Разом за змістовим модулем 2	14	3	3	-	-	8
<b>Змістовий модуль 3. Основні поняття мінералогії</b>						
Тема 5. Основні поняття мінералогії.	5	1	1	-	-	3
Тема 6. Основні поняття мінералогії.	5	1	1	-	-	3
Разом за змістовим модулем 3	10	2	2	-	-	6
<b>Змістовий модуль 4. Морфологія мінералів та агрегатів</b>						
Тема 7. Морфологія мінералів і мінеральних агрегатів: форма кристалів, облік кристалів (габітус). Основні чинники зміни морфології кристалів. Закон Браве та ін.	8	2	2	-	-	4
Тема 8. Зв'язок з кристалічною структурою. Розміри атомів та іонів в кристалах та ін.	6	1	1	-	-	4
Разом за змістовим модулем 4	12	3	3	-	-	6
<b>Змістовий модуль 5. Генезис мінеральних агрегатів та діагностуючі ознаки.</b>						
Тема 9. Форми залягання і генезис мінеральних агрегатів. Хімічний зв'язок атомів у кристалах і як він впливає на властивості мінералів. Онтогенія мінералів.	8	2	2	-	-	4
Тема 10. Зародження мінералів. Ріст мінералів. Зміна і руйнація мінералів. Способи утворення мінералів	8	2	2	-	-	4
Разом за змістовим модулем 5	16	4	4	-	-	8
<b>Змістовий модуль 6. Фізичні та оптичні властивості мінералів.</b>						
Тема 11. Фізичні властивості мінералів	9	2	2	-	-	5
Тема 12. Оптичні властивості мінералів	11	2	4	-	-	5
Разом за змістовим модулем 6	20	4	6	-	-	10
<b>Змістовий модуль 7. Механічні та електричні властивості мінералів.</b>						
Тема 13. Механічні властивості мінералів.	8	2	2	-	-	4
Тема 14. Електричні властивості мінералів.	8	2	2	-	-	4
Разом за змістовим модулем 7	16	4	4	-	-	8
<b>Змістовий модуль 8. Геологічні процеси мінералоутворення.</b>						
Тема 15. Магматичний та пегматитовий процеси мінералоутворення	8	2	2	-	-	4
Тема 16. Післямагматичне мінералоутворення. Метасоматоз. Гідротермальний процес	8	2	2	-	-	4

мінералоутворення.						
Разом за змістовим модулем 8	16	4	4	-	-	8
<b>Змістовий модуль 9. Геологічні процеси мінералоутворення.</b>						
Тема 17. Гіпергенний та осадовий процеси мінералоутворення.	7	2	2	-	-	3
Тема 18. Метаморфічний та імпактний процеси мінералоутворення.	7	2	2	-	-	3
Разом за змістовим модулем 9	14	4	4	-	-	6
<b>Змістовий модуль 10. Методи детальних мінералогічних досліджень</b>						
Тема 19. Польові і лабораторні (кристалографічні, рентгенометричні, кристалооптичні, термічні, хімічні) методи детальних мінералогічних досліджень	7	2	2	-	-	3
Тема 20. Мінералогічна документація і картування. Методи вивчення хімічного складу.	9	2	4	-	-	3
Разом за змістовим модулем 10	16	4	6	-	-	6
Усього по мінералогії	144	34	38	-	-	72
<b>Усього годин</b>	240	60	60	-	-	120

**5. Теми семінарських занять  
Семінарські заняття не передбачені**

**6. Теми практичних занять**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<i><b>Кристалографія</b></i>		
1	Елементи симетрії, сингонії, проектування кристалів	2
2	Реставрування петрофонду живлячих провінцій на основі геохімічного вивчення широко розповсюджених теригенних мінералів.	2
3	Визначення параметрів кристалів за допомогою стереографічної сітки Вульфа. Використання гоніометрів для ідентифікації кристалів	2
4	Ідентифікація мінералів за твердістю та дослідження анізотропії кристалів	2
5	Визначення ретикулярної щільності атомних площин кристалів	2
6	Виведення 32 класів симетрії. Міжнародні позначення.	2
7	Знаходження індексів вузлів, напрямів, площин.	2
8	Визначення категорії, сингонії за заданою	2

	кристалографічною системою	
9	Знаходження кутів і відстаней в кристалі. Побудова стереографічних проєкцій кристалів.	2
10	Дослідження еволюції континентальної земної кори за результатами геохімічного вивчення поодиноких зерен циркону з великих за обсягом терригенних популяцій.	2
11	Відновлення за міжнародним символом формули симетрії кристалу.	2
<b><i>Мінералогія</i></b>		
1	Діагностика (ідентифікація) мінералів. Ознаки мінералів, які використовуються при діагностиці – блиск, твердість, густина тощо. Шкала Мооса.	4
2	Клас самородних елементів. Діагностика і опис самородних металів (міді, золота, заліза, платини), самородних неметалів (діаманту, графіту та сірки).	4
3	Клас сульфідів. Діагностика та опис халькозину, галеніту, сфалериту, кіноварі, піротину, нікеліну, халькопіриту, борніту, пентландиту, піриту, марказиту, арсенопіриту, кобальтину, шмальтину, реальгару, пруститу, піраргіриту, тетраедриту, антимоніту, бісмутину, джемсоніту, буланжериту, аурипігменту, молібденіту, ковеліну.	4
4	Клас галоїдів. Діагностика та опис флюориту, галіту, сільвіну, бішофіту, карналіту, кріоліту.	4
5	Клас окислів та гідроокисів. Діагностика та опис куприту, уранініту, корунду, гематиту, ільменіту, шпінелідів, хроміту, магнетиту, рутилу, каситериту, колумбіту, танталіту, гюбнериту, фербериту, бруситу, гідраргіліту, діаспору, бемиту, гетиту, лепідокрокіту, кварцу, опалу, перовськіту, пірохлору.	4
6	Клас карбонатів та нітратів. Діагностика та опис кальциту, родохрозиту, сидериту, смітсоніту, магнезиту, арагоніту, церуситу, доломіту, малахіту, азуриту, На-селітри.	4
7	Клас сульфатів. Діагностика та опис тенардиту, ангідриту, целестину, бариту, англезиту, алуніту, ярозиту, гіпсу.	4
8	Клас фосфатів, арсенатів, ванадатів. Діагностика та опис монациту, апатиту, піроморфіту, вівіаніту (керчинітів), еритрину, анабергиту, уранових слюдок	4
9	Клас силікатів: острівні силікати, каркасні силікати., ланцюжкові, стрічкові силікати, шаруваті силікати.	6
	Разом	60

**7. Теми лабораторних занять  
Лабораторні заняття не передбачені.**

**8. Самостійна робота**

№ з/п	Назва теми / види завдань	Кількість годин
<i>Кристалографія</i>		
1	Прості форми, габітус, обрис, зональна-секторіальна будова / <i>підготовка до лекції</i>	2
2	Порядок-непорядок і дефекти у мінералах. Електричні і магнітні властивості мінералів. / <i>підготовка до лекції</i>	2
3	Елементи анатомії мінералів. / <i>підготовка до лекції</i>	2
4	Роль В.І.Вернадського у розвитку мінералогії. / <i>написання реферату</i>	6
5	Способи зображення структури кристалів. / <i>підготовка до лекції</i>	4
6	Характеристика поширених у природі структурних типів. / <i>написання есе</i>	4
7	Критерії стійкості кристалічних структур мінералів. / <i>підготовка до лекції</i>	2
8	Монокристали, полікристали, аморфні речовини. / <i>підготовка до лекції</i>	2
9	Типи зв'язків між атомами в речовинах. / <i>підготовка до лекції</i>	2
10	Операції симетрії в кристалах. / <i>підготовка до лекції</i>	2
11	Типи решіток Браве та їх характеристики. Кристаліграфічні осі та сингонії кристалів. / <i>підготовка до лекції</i>	2
12	Порядок запису символів просторової групи. / <i>підготовка до лекції</i>	2
13	Точкова група симетрії на прикладі групи $C_n$ . / <i>підготовка до лекції</i>	2
14	Монокристали, полікристали, аморфні речовини. / <i>підготовка до лекції</i>	2
15	Стереографічна проекція кристалів на прикладі кубу / <i>підготовка до лекції</i>	2
16	Гномостереографічна проекція кристалів на прикладі тригональної діпіраміди. / <i>підготовка до лекції</i>	2
17	Позначення індексів вузлів атомів, напрямів та площин в кристалі. / <i>підготовка до лекції</i>	2
18	Сучасні класифікації мінералів. / <i>підготовка реферату</i>	6
<i>Мінералогія</i>		
1	Морфологія, поліморфізм, політипізм. / <i>підготовка до лекції</i>	6
2	Механічні властивості мінералів. Густина мінералів. /	6



	<i>підготовка до лекції</i>	
3	Морфологія мінеральних індивідів. Структурні типи та мотиви мінералів. / <i>підготовка до лекції</i>	6
4	Забарвлення та люмінесценція мінералів. / <i>підготовка до лекції</i>	6
5	Онтогенія мінералів. Оптичні властивості мінералів. / <i>підготовка до лекції</i>	6
6	Анатомія мінералів. Закони анатомії. / <i>підготовка до лекції</i>	6
7	Кристалічна структура мінералів. Розміри структурних одиниць. КЧ та КП. / <i>підготовка до лекції</i>	6
8	Дефекти в мінералах. / <i>підготовка реферату</i>	12
9	Мікромінералогія наномінералогія. / <i>підготовка до лекції</i>	6
10	Сучасні кристалохімічні формули мінералів. / <i>підготовка до лекції</i>	6
11	Інтерпретація кристалічних структур мінералів на рівні структурного мотиву/ <i>підготовка до лекції</i>	6
	<b>Разом</b>	<b>120</b>

## 9. Методи навчання

Під час лекцій та практичних занять застосовується як словесно-інформаційний, так і наглядно-демонстративні методи навчання. Для ілюстрації використовуються слайди і таблиці, атласи, карти, комп'ютерна техніка тощо.

Важливим методом навчання є розв'язування студентами задач та проблемних питань з мінералогії та кристалографії, дискусії на практичних заняттях.

Велику увагу також потрібно приділяти самостійній роботі студентів, що включає наступні види навчання: самостійну роботу студента з конспектом та літературою з усіх тем нормативного курсу. Самостійну роботу студента з певної теми нормативного курсу в аудиторії під керівництвом викладача. Самоконтроль студентами набутих знань з програми дисципліни за допомогою рекомендованих кафедрою тестів.

## 10. Форми контролю і методи оцінювання (у т.ч. критерії оцінювання результатів навчання)

У ході поточного контролю студент може отримати оцінку за кожний змістовий модуль. Відповідь під час **іспиту** оцінюється за 40-бальною шкалою. Фінальна оцінка з навчальної дисципліни це сума балів за поточний контроль та підсумковий контроль.

У ході поточного контролю студент може отримати оцінку за кожний змістовий модуль. Відповідь під час **заліку** оцінюється за 40-бальною шкалою. Фінальна оцінка з навчальної дисципліни це середнє арифметичне суми балів за поточний контроль.

## 11. Питання для підсумкового контролю

### *Кристалографія*

1. Агрегатна будова мінералів. Будова кристалічної речовини. Конституція мінералів.
2. Кристалохімія мінералів. Основний закон кристалохімії мінералів. Хімічний зв'язок у мінералах.
3. Поняття про кристалічну ґратку мінералів, іонний радіус, координаційне число, найщільніша упаковка.
4. Найхарактерніші властивості кристалічної речовини.
5. Чинники, що впливають на стійкість (зміну) кристалічних структур мінералів.
6. Загальні відомості про кристалічну структуру мінералів і історичні відомості. Способи зображення структури кристалів.
7. Структурні типи та мотиви мінералів.
8. Стисла характеристика поширених у природі структурних типів.
9. Типи ґраток Браве. 230 просторових (федорівських) груп симетрії.
10. Критерії стійкості кристалічних структур мінералів. Поліморфізм, поліморфне перетворення речовини.
11. Явлення руйнування кристалічної ґратки. Поняття про колоїди, перекристалізація гелів. Типи зв'язку: металічна, ковалентна, іонна, вандерваальсовська. Енергія кристалічної речовини.
12. Закон Кларка-Вернадського. Хімічні елементи та числа мінеральних видів.
13. Нестехіометрія хімічного складу мінералів.
14. Хімічний склад мінералів. Основні типи хімічних сполук: визначені, двійні, перемінного складу, тверді розчини.
15. Вода у мінералах (зв'язана, вільна вода).
16. Поняття про ізоморфізм, види та типи ізоморфізму, умови його появлення, практичне значення.
17. Чинники та правила ізоморфізму. Тонкодисперсні і колоїдні мінерали.
18. Поняття про поля стійкості мінералів.
19. Особливості хімічного і мінерального складу різних геосфер Землі.
20. Розпад твердих розчинів. Кристалохімія і механізми розпаду твердих розчинів. Зародження і ріст нової фази.
21. Гомогенне зародження. Гетерогенне зародження. Спінодальний розпад. Кінетика, *TTT*-діаграми та генетичне значення розпаду твердих розчинів.
22. Морфологія мінералів і мінеральних агрегатів: форма кристалів, облік кристалів (габітус).
23. Основні чинники зміни морфології кристалів. Закон Браве. Принцип Доннея-Харкера. Концепція періодичних ланцюжків зв'язку. Принцип Кюрі.
24. Правило динамічної поведінки структури Міхєєва-Шафрановського.
25. Кристаломорфологічна еволюція мінералів. Принцип Гіббса-Кюрі-Вульфа.
26. Габітус і обрис кристалів. Рельєф на гранях кристалів: штрихуватість, віцинали, мозаїчність, фігури розчинення.
27. Скелетні кристали: вершинні форми, реберні форми, гранні форми.

28. Ниткоподібні кристали. Розщеплені кристали. Скручені кристали.
29. Паралельні зростки кристалів. Двійникові зростки кристалів. Закони двійникування. Походження двійників. Двійники росту.
30. Трансформаційні двійники. Двійники сковзання. Епітаксичні зростки мінералів та їх генетичне значення.
31. Поверхні стискання між мінеральними індивідами. Ідіоморфна поверхня. Ксеноморфна поверхня. Індукційна поверхня. Вторинні поверхні.
32. Критерії відносного віку мінеральних індивідів в агрегатах.
33. Зернисті мінеральні агрегати.
34. Секреції і конкреції. Паралельно-тичкуваті агрегати першого, другого і третього типів. Сфероліти. Конкреції. Ооліти.
35. Зв'язок з кристалічною структурою. Розміри атомів та іонів в кристалах.
36. Щільні упаковки атомів та іонів. Способи зображення кристалічної структури мінералів.
37. Генезис мінеральних агрегатів та діагностуючі ознаки
38. Форми залягання і генезис мінеральних агрегатів. Хімічний зв'язок атомів у кристалах і як він впливає на властивості мінералів. Онтогенія мінералів.
39. Способи зображення структури кристалів.
40. Структурні типи та мотиви мінералів.
41. Характеристика поширених у природі структурних типів мінералів.
42. Критерії стійкості кристалічних структур мінералів.
43. Характеристика морфології і габітусу мінералів, закон Браве.
44. Характеристика морфології і вигляду мінералів, принцип Кюрі.
45. Сучасні кристалохімічні формули мінералів.
46. Геометрична кристалографія, основні закони. (Закон «постійності» кутів, закон раціональних двійних відносин (Закон Аюї).
47. Уява про сингонії.
48. Види симетрії.
49. Додавання елементів симетрії (теорема).
50. Просторова ґратка.
51. Елементи симетрії нескінчених фігур.
52. Основні властивості кристалічної речовини.
53. Додавання елементів симетрії (теорема 1).
54. Виведення видів симетрії.
55. Властивості кристалів.
56. Антисиметрія та чорно-біла симетрія.
57. Кристалічний та аморфний стан речовини.
58. Статистична симетрія та симетрія подібності.
59. Гномостереографічні проекції граней.
60. Прості форми кристалів нижньої категорії.
61. Стереографічні проекції елементів симетрії.
62. Прості форми гексагональної сингонії.
63. Сингонії та категорії.
64. Прості форми похідні від октаедру та тетраедру.
65. Визначення центру симетрії, інверсійних осей.

66. Прості форми тетрагональної сингонії.
67. Особливості побудови аксонометричної проекції.
68. Прості форми тригональної сингонії.
69. Особливості побудови ортогональної проекції, прямої, площини, точки.
70. Виведення простих форм.
71. Додавання елементів симетрії (теорема 2)
72. Визначення площин симетрії, поворотних осей.

### *Мінералогія*

1. Мінералогія як наука, предмет її вивчення. Поняття “мінерал”, його визначення.
2. Основні поняття мінералогії. Співвідношення мінералогії з іншими науками.
3. Мінералогія і науково-технічний прогрес. Структура та завдання мінералогії.
4. Значення мінералів у промисловості. Значення мінералогії для геологічних робіт.
5. Значення мінералогії у комплексному вивченні руд.
6. Історія мінералогії. Динаміка відкриття нових мінералів. Мета і задачі сучасної мінералогії. Мінерали: внутрішня будова і хімічний склад.
7. Методи вивчення хімічного і в тому числі ізотопного складу мінералів.
8. Методи визначення кристалічної структури мінералів.
9. Методи вивчення морфології мінералів.
10. Методи вивчення властивостей мінералів.
11. Спектроскопія мінералів.
12. Методи вивчення генезису мінералів, у тому числі термобарогеохімічні методи.
13. Способи утворення мінералів: вільна кристалізація, метасоматичне заміщення, перекристалізація, поліморфне перетворення, впорядкування атомів у структурі, розпад твердих розчинів.
14. Фізичні властивості мінералів: спайність, твердість, злом, щільність. Блиск мінералів. Поняття про оптичну індикатрису. Радіоактивність мінералів. Радіаційне забарвлення.
15. Природа і види люмінесценції. Закон (правило) Стокса.
16. Фотолюмінесценція, термолюмінесценція, рентгенолюмінесценція мінералів. Генетичне і практичне значення люмінесценції мінералів.
17. Механічні та електричні властивості мінералів, твердість, пружність, пластичність, крихкість, злам, спайність. Зв'язок механічних властивостей з конституцією мінералів.
18. Термічні властивості мінералів. Властивості поверхні мінералів. Анізотропія властивостей мінералів.
19. Електричні властивості мінералів. Мінерали – піро- і п'єзоелектрики.
20. Магнітні властивості мінералів. Магнітна сприйнятливості мінералів.
21. Мінерали діамагнетики, парамагнетики. Феромагнетики, антиферомагнетики, феромагнетики.

22. Магматичний процес – кристалізація мінералів з магми; пегматитовий процес – складний процес утворення мінералів у гетерогенному газо-рідинному середовищі.

23. Уявлення про евтектику. Типові фізико-хімічні діаграми кристалізації мінералів у різних системах.

24. Умови й фактори після магматичного мінералоутворення.

25. Пневматолітове мінералоутворення. Природа флюїдів, їх взаємодія з породами. Сучасне уявлення про метасоматоз. Скарни.

26. Псевдоморфне заміщення мінералів. Природа гарячих розчинів і гідротермальне мінералоутворення. Класифікація і мінеральний склад гідротермальних жил.

27. Мінералоутворення у корах вивітрювання гірських порід, зонах окиснення й цементації рудних родовищ.

28. Умови, способи й фактори осадового мінералоутворення.

29. Стадійність та основні індикатори осадового мінералоутворення.

30. Механогенне мінералоутворення.

31. Хемогенне мінералоутворення. Біогенне мінералоутворення.

32. Метаморфічний та імпактний процеси мінералоутворення.

33. Метаморфічний процес мінералоутворення. Контактний, регіональний метаморфізм.

34. Мантіїно-метаморфічне мінералоутворення.

35. Методи детальних мінералогічних досліджень. Польові і лабораторні (кристалографічні, рентгенометричні, кристалооптичні, термічні, хімічні) методи детальних мінералогічних досліджень.

36. Мінералогічна документація і картування. Методи вивчення хімічного складу.

37. Практичне значення мінералогії та її роль при геологічних дослідженнях: тепер і у майбутньому.

38. Практичне значення мінералогії та її роль при геологічних дослідженнях.

39. Наномінералогія – мінералогія XXI ст. Мікромінералогія і наномінералогія.

40. Інтерпретація кристалічних структур мінералів на рівні структурного мотиву.

41. Методи сепарації (розділення) мінералів.

42. Математичні методи в мінералогії.

43. Мінералогія і науково-технічний прогрес.

44. Фізичні властивості мінералів. Оптичні властивості: світлозаломлення, світловідбиття, світловбирання світлорозсіювання.

45. Поняття про оптичну індикатрису. Оптично позитивні і негативні мінерали.

46. Клас самородних неметалів.

47. Коротка історія мінералогії. Найважливіші періоди та імена.

48. Динаміка відкриття мінералів. Мінералогічні центри, видання, товариства.

49. Забарвлення мінералів: природа, генетичне і практичне значення.

50. Сульфіди координаційної структури.

51. Морфологія мінералів і мінералогічна кристалографія. Зовнішня форма кристалів і фактори, що її обумовлюють.
52. Колір риси мінералів: природа і практичне значення.
53. Сульфіди ланцюжкової, шаруватої, острівної і каркасної будови.
54. Обрис і габітус кристалів. Пошукова кристаломорфологія.
55. Люмінесценція мінералів: природа, генетичне і практичне значення.
56. Прості і складні оксиди.
57. Морфологія мінеральних агрегатів. Закономірні й випадкові зростки індивідів. Зернисті агрегати, друзи, дендрити, ооліти, сфероліти, натічні форми, тонкодисперсні агрегати.
58. Механічні властивості мінералів: твердість, крихкість, ковкість, спайність, окремість, пружність тощо.
59. Гідроксиди і оксигідрати.
60. Хімічний склад мінералів. Мінерали – складні багатокомпонентні системи. Хімічні елементи і число мінеральних видів. Закон Кларка-Вернадського.
61. Магнітні властивості мінералів: природа і практичне значення.
62. Група кварцу.
63. Радіоактивні елементи в мінералах. Ізотопний склад мінералів.
64. Електричні властивості мінералів: природа, генетичне і практичне значення.
65. Польові шпати і фельдшпатоїди.
66. Систематична мінералогія. Класифікації мінералів. Сучасна кристалохімічна класифікація.
67. Густина (щільність) мінералів: природа і практичне значення.
68. Цеоліти.
69. Ізоморфізм в мінералах. Внутрішні й зовнішні фактори ізоморфізму. Типи ізоморфізму. Тверді розчини. Явище розпаду твердих розчинів, його наукове і практичне значення.
70. Силікатні острівні структури..
71. Геологічні процеси мінералоутворення: загальна характеристика, класифікації. Вчення про парагенезис мінералів.
72. Силікати кільцевої структури.
73. Формули мінералів. Характеристика сучасних кристалохімічних формул мінералів.
74. Онтогенія мінералів. Загальна характеристика.
75. Силікати ланцюжкової структури.
76. Структура мінералів і структурна мінералогія. Поняття про кристалічну ґратку, принцип найщільнішої упаковки.
77. Магматичний процес мінералоутворення. Реакційний принцип (“вилка” Боуена) кристалізації мінералів у магмі, евтектика, мінеральний склад магматичних порід.
78. Силікати шаруватої структури.
79. Структурні одиниці кристалічної структури мінералів, їх форма і розміри. Координаційні числа і способи зображення структур мінералів.

80. Післямагматичне утворення і перетворення (метасоматоз) мінералів. Скарни, альбітиту, грейзени.
81. Загальна характеристика класу боратів.
82. Структурні мотиви мінералів: загальна характеристика.
83. Пегматитовий процес мінералоутворення. Найголовніші асоціації мінералів у пегматитах.
84. Прості і з додатковими аніонами фосфати острівної структури (монацит, ксенотим, апатит, піроморфіт, тощо).
85. Гідротермальний процес мінералоутворення. Найголовніші асоціації мінералів у гідротермальних родовищах корисних копалин.
86. Водні фосфати і їх аналоги (вівіаніт, еритрин, аннабертит, уранові слюдки, скородит, бірюза тощо).
87. Морфотропія, поліморфізм і політипізм мінералів.
88. Процеси і вивітрювання і мінеральні асоціації в корах вивітрювання.
89. Прості карбонати (групи кальциту і арагоніту, доломіт) і карбонатити з додатковими аніонами (малахіт, азурит).
90. Порядок-безпорядок у структурах мінералів. Фактори, що обумовлюють розподіл структурних одиниць у мінералах.
91. Осадкоутворення і мінеральні асоціації в осадових породах і рудах. Біомінералогія.
92. Регіональна мінералогія. Мінералогічне картування. Основні риси мінералогії України.
93. Фізика мінералів. Загальна характеристика. Електронно-діркові центри в мінералах.
94. Метаморфічні процеси мінералоутворення: загальна характеристика, фації метаморфізму, мінеральні асоціації в метаморфічних породах.
95. Сульфати острівної структури (тенардит, ангідрит, барит, целестин, англезит)
96. Ідеальна і реальна будова мінералів. Дефекти в мінералах. Неоднорідність мінеральних індивідів. Анатомія мінералів. Закони анатомії кристалів.
97. Вчення про типоморфізм мінералів. Загальна характеристика.
98. Сульфати з водою і гідроксилами острівної і шаруватої структури (алуніт, ярозит, мірабіліт, гіпс).
99. Аморфний, колоїдний і метаміктний стан речовини.
100. Прикладна мінералогія: пошукова мінералогія, технологічна мінералогія, мінералогічне матеріалознавство, інші напрямки.
101. Молібдати, вольфрамати, хромати.
102. Роль водню і його сполук в мінералах.
103. Екологічні аспекти мінералогії.

### 13. Розподіл балів, які отримують студенти

#### Залік

Поточний та періодичний контроль					
<i>Кристалографія</i>					
Змістовий	Змістовий	Змістовий	Змістовий	Змістовий	Змістовий

модуль №1		модуль № 2		модуль № 3		модуль № 4		модуль № 5		модуль № 6	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Підсумковий контроль (залік)		Фінальна оцінка									
40		100									

### *Іспит*

Поточний та періодичний контроль <i>Мінералогія</i>					
Змістовий модуль №1	Змістовий модуль № 2	Змістовий модуль № 3	Змістовий модуль № 4	Змістовий модуль № 5	Змістовий модуль № 6
6	6	6	6	6	6

Змістовий модуль №7	Змістовий модуль № 8	Змістовий модуль № 9	Змістовий модуль № 10	Підсумковий контроль (іспит)	Фінальна оцінка
6	6	6	6	40	100

### **Шкала оцінювання: національна та ECTS**

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82-89	<b>B</b>	добре	
74-81	<b>C</b>		
64-73	<b>D</b>	задовільно	
60-63	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання



0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни
------	---	---	---

### 13. Навчально-методичне забезпечення

Робоча програма навчальної дисципліни; силабус; навчально-методичні матеріали для лекцій, конспекти лекцій; мультимедійні презентації.

### 14. Рекомендована література

#### Основна

1. Зиман З.З. Основи структурної кристалографії: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2008. – 212 с.
2. Кристалографія, кристалохімія та мінералогія: підручник для студ. спеціальності 132 Матеріалознавство / Л. О. Бірюкович ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 234 с.
3. Основи кристалографії: навчальний посібник / Укл.: І.М. Фодчук, О.О. Ткач. – Чернівці: ЧНУ, 2007 - с.
4. Павлишин В.І. Основи кристалохімії мінералів. Київ. “Київський
5. Павлишин В. Основи морфології та анатомії мінералів. – К.: РВЦ КУ, 2000. – 186с.
6. Павлишин В.І. Вступ до мінералогії. Київ: Вид-во ДГЦУ, 1997. – 10с.
7. Павлишин В.І., Матковський О.І., Довгий С.О. Генезис мінералів. Підручник. – К.: ВПЦ КУ, 2003. – 672с.
8. Sanat K. Chatterjee. Crystallography and the World of Symmetry (2008). - National Institute of Technology, Physics Department, Mahatma Gandhi Avenue, Durgapur-713209, West Bengal, India. – 156 p.
9. Wenk H.-R., Bulakh A. Mineralogy. –Cambridge: University Press, 2004.–646 p.

#### Додаткова

1. Довгий С.О., Павлішин В.І. Екологічна мінералогія України. Київ. 2003 р.
2. Павлішин В.І. Основи морфології та анатомії мінералів. Київ. “Київський університет”. 2000 р.
3. Геометрична кристалографія. Ч. 1: навч. посібник для студентів «Бакалавр» напряму 6.040103 – геологія / укл: Н.О. Словотенко, І.Т. Бакуменко. - Львівський національний університет імені Івана Франка, 2015. – 96 с.
4. Бірюкович, К. О. Кристалографія, кристалохімія та мінералогія: підручник для студ. спеціальності 132 «Матеріалознавство» / Л. О. Бірюкович ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 234 с.

5. Прикладна мінералогія. Частина I – Засоби вирішення технологічних задач прикладної мінералогії: навчальний посібник;/ Лазарева І.І. – «Інститут геології». – 121 с.
6. Мінералогія. Павлишин В.І., Довгий С.О. Київ: КНТ, 2008. – 536 с.

### **15. Інформаційні ресурси**

1. Конспект лекцій з дисципліни «Кристалографія» для здобувачів освітнього ступеня бакалавра [Електронний ресурс] / [Упоряд. С.О. Колінко., Т.І. Бутенко, Ващенко В.А.]; Мво освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси: ЧДТУ, 2020. – 99 с.
2. Інформаційна база Кафедри загальної та морської геології ОНУ.
3. Наукова бібліотека ОНУ – вул.Преображенська, 24
4. The Basics of Crystallography and Diffraction (2009) - [https://faculty.ksu.edu.sa/sites/default/files/ebooksclub.org\\_\\_The\\_Basics\\_of\\_Crystallography\\_and\\_Diffraction\\_\\_Third\\_Edition\\_\\_International\\_Union\\_of\\_Crystallography\\_Texts\\_on\\_Crystallography\\_.pdf](https://faculty.ksu.edu.sa/sites/default/files/ebooksclub.org__The_Basics_of_Crystallography_and_Diffraction__Third_Edition__International_Union_of_Crystallography_Texts_on_Crystallography_.pdf)