

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
Державний вищий навчальний заклад  
"Національний гірничий університет"



**ГЕОЛОГОРОЗВІДУВАЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
**Кафедра загальної та структурної геології**

**ЗАГАЛЬНА ГЕОЛОГІЯ.**  
**МАТЕРІАЛИ МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**  
**ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ВИВЧЕННЯ РЕЧОВИННОГО**  
**СКЛАДУ ЗЕМНОЇ КОРИ**

для студентів напрямку підготовки 6.040103 Геологія

Дніпропетровськ  
НГУ  
2011

Загальна геологія. Матеріали методичного забезпечення лабораторних робіт з вивчення речовинного складу земної кори для студентів напряму підготовки 6.040103 Геологія/ Л.Я. Кратенко, Н.В. Білан, О.А. Терешкова, І.С. Нікітенко. – Д.: Національний гірничий університет, 2011. – 32 с.

Автори:

Л.Я. Кратенко, канд. геол.-мін. наук, доц. (розділи 2, 3)

Н.В. Білан, канд. геол. наук, доц. (розділи 1 – 4)

О.А. Терешкова, канд. геол. наук, асист. (розділи 1 – 4)

І.С. Нікітенко, канд. геол. наук, доц. (розділ 3)

Затверджено до видання методичною комісією з напряму підготовки 6.040103 Геологія (протокол № 1 від 18 жовтня 2011 р.) за поданням кафедри загальної та структурної геології (протокол № 1 від 14 вересня 2011 р.).

Методичні матеріали призначено для самостійної роботи студентів напряму 6.040103 Геологія під час підготовки до модульних контролів за результатами лабораторних занять з нормативної дисципліни «Загальна геологія».

Розглянуто теоретичні відомості про ключові питання з вивчення речовинного складу земної кори. Подано рекомендації до виконання лабораторних робіт з вивчення мінералів, їх фізичних властивостей, а також з визначення мінерального складу та умов утворення гірських порід.

Наведено критерії оцінювання виконання контрольних робіт з лабораторного модуля.

Рекомендації орієнтовано на активізацію виконавчого етапу навчальної діяльності студентів.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри загальної та структурної геології, канд. геол.-мін. наук, доц. Ю.Т. Хоменко.

## ЗМІСТ

Передмова.....	
1. Методичні рекомендації до проведення лабораторних робіт.....	
2. Методичні рекомендації з підготовки та виконання лабораторної роботи № 1 "Вивчення фізичних властивостей основних рудних і породоутворюючих мінералів" .....	
3. Методичні рекомендації з підготовки та виконання лабораторної роботи № 2 "Вивчення основних типів гірських порід" .....	0
4. Вимоги до оформлення та критерії оцінювання лабораторних робіт.....	0
Список літератури.....	2

## ПЕРЕДМОВА

Дисципліна "Загальна геологія" вивчає загальні відомості про Землю, процеси, що відбуваються всередині планети і на її поверхні, а також вплив діяльності людини на ці процеси.

Актуальність вивчення речовинного складу земної кори пов'язана з основними завданнями геології.

Об'єктами вивчення геології є

- ❖ склад і будова природних тіл і Землі в цілому;
- ❖ процеси на поверхні та в глибинах Землі;
- ❖ історія розвитку планети;
- ❖ розміщення корисних копалин.

Саме тому знання найпоширеніших гірських порід земної кори і їх властивостей є основою для подальшого вивчення дисциплін геологічного напрямку. В свою чергу вивчення порід можна проводити тільки на основі знань основних видів мінералів, з яких складаються гірські породи. Цим визначається необхідність виконання лабораторних робіт з вивчення речовинного складу земної кори.

В цих методичних матеріалах даються відповіді на питання, пов'язані з:

- методикою проведення лабораторних робіт;
- інформаційним та методичним забезпеченням самостійної роботи;
- засобами діагностики засвоєння матеріалу лабораторного модуля.

## **1. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ**

Лабораторна робота – це форма навчального заняття, при якому студент під керівництвом викладача особисто проводить натурні або імітаційні експерименти з метою практичного підтвердження окремих теоретичних положень дисципліни.

Тематика лабораторних робіт визначена робочою програмою дисципліни "Загальна геологія". Ці роботи входять до лабораторного модуля I чверті, який складається з двох робіт:

- лабораторна робота №1 – вивчення найпоширеніших рудних і породотворюючих мінералів, що відносяться до різних класів – самородних елементів, сульфідів, сульфатів, оксидів і гідроксидів, карбонатів, галоїдів, фосфатів, силікатів – всього 27 найменувань мінералів;

- лабораторна робота №2 – вивчення найпоширеніших гірських порід, що відносяться до трьох основних генетичних типів – магматичних, осадових і метаморфічних – всього 50 найменувань порід.

Загальна мета лабораторних робіт – вивчення речовинного складу земної кори для глибшого розуміння всіх розділів загальної геології, а також для використання цих знань під час засвоєння інших геологічних і гірничотехнічних дисциплін.

Перша лабораторна робота виконується протягом перших чотирьох щотижневих занять, а друга – протягом наступних трьох занять. Теми занять розподілені таким чином:

### **Лабораторна робота №1**

Перше заняття – вивчення фізичних властивостей мінералів. Ознайомлення з колекцією мінералів у геологічному музеї Державного ВНЗ «НГУ».

Друге заняття – вивчення основних мінералів класів самородні елементи і сульфіди.

Третє заняття – вивчення основних мінералів класів оксиди і гідроксиди, галоїди, карбонати, сульфати і фосфати.

Четверте заняття – вивчення основних мінералів класу силікати.

### **Лабораторна робота №2**

П'яте заняття – ознайомлення з типами порід за походженням та їх структурами і текстурами. Вивчення магматичних гірських порід.

Шосте заняття – вивчення осадових (уламкових, хімічних, органічних) порід.

Сьоме заняття – вивчення метаморфічних гірських порід.

Наприкінці лабораторного модуля I чверті студент зможе дати відповіді на питання, пов'язані з:

- класифікацією мінералів;
- методами визначення фізичних властивостей мінералів;

- структурно-текстурними особливостями гірських порід для визначення умов утворення;
- умовами утворення природних хімічних сполук та мінеральних агрегатів.

### **Організація виконання лабораторних робіт**

Лабораторні заняття проводяться у звичайних навчальних аудиторіях. Під час проведення використовуються систематизовані колекції зразків мінералів та гірських порід, що знаходяться в лабораторії кафедри загальної та структурної геології (1 корп., ауд. 55), а також відповідні експонати геологічного музею університету.

Особливу увагу слід приділити техніці безпеки під час проведення робіт – обережному поводженню з розчином соляної кислоти, ріжучими і колючими предметами. Не допускати різких зіткнень зразків, в результаті якого осколки можуть потрапити в очі.

Перед вивченням мінералів або гірських порід за зразками у колекціях, необхідно за підручниками [1-3] детально ознайомитися із загальними відомостями про мінерали та гірські породи, їх походження, склад, поширеність, класифікацію. Такі теоретичні відомості в скороченому вигляді представлені і у даних методичних рекомендаціях.

У **організації самостійної роботи**, особливо під час підготовки до захисту лабораторних робіт, може допомогти путівник по підручниках, що рекомендуються (табл. 1). Необхідно також самостійно готуватися до модульного контролю та додатково вивчати зразки мінералів і гірських порід земної кори, що представлені у колекціях в лабораторії з вивчення мінералів і гірських порід кафедри загальної та структурної геології (1 корп., ауд. 55).

Таблиця 1

Путівник по підручниках  
 "Загальна геологія" (авт. Кратенко Л.Я.)  
 і "Загальна геологія" (авт. Паранько І.С. та ін.)

Назва лабораторної роботи	Основні положення роботи	Сторінки у навчальних виданнях, від... до...	
		Загальна геологія (авт. Кратенко Л.Я.)	Загальна геологія (авт. Паранько І.С. та ін.)
Вивчення фізичних властивостей основних рудних і породотворюючих мінералів	1. Хімічний склад земної кори.	65-66	60-63
	2. Мінерал. Будова, зовнішня форма та умови утворення.	66-71	63-67
	3. Фізичні властивості мінералів.	71-74 74-77	68-70 70-75
	4. Класи мінералів.		

Вивчення основних типів гірських порід	1. Гірські породи. Поняття структура і текстура.	81-85	75-76
	2. Магматичні породи.	86-92	77-85
	3. Осадкові породи.	92-102	86-98
	4. Метаморфічні породи.	102-107	98-103

## 2. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПІДГОТОВКИ ТА ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ № 1

### Тема: "Вивчення фізичних властивостей основних рудних і породотворюючих мінералів"

**Мета лабораторної роботи** – ознайомити студентів з основними мінералами земної кори, їх утворенням і внутрішньою будовою, фізичними властивостями, а також з методикою визначення назви мінералів, що вивчаються, за їх фізичними параметрами.

Підготовка до лабораторної роботи полягає у ретельному вивченні теоретичних положень, що наведені нижче та в більш розширеному вигляді приводяться у рекомендованій літературі.

#### **Загальні відомості про мінерали та їх внутрішню будову.**

Земна кора, всі гірські породи, з яких вона складена, корисні копалини – всі вони складаються з мінералів. *Мінералами* називаються природні хімічні сполуки або окремі хімічні елементи, що перебувають у твердому агрегатному стані, мають кристалічну будову та утворилися в результаті геологічних процесів.

Сьогодні відомо понад 4000 мінеральних видів – від найпростіших, таких, що складаються з одного хімічного елементу (самородне золото, графіт, сірка) до дуже складних за своїм хімічним складом. При цьому лише близько 70 мінералів є найбільш поширеними. Вони входять до складу основної маси гірських порід земної кори і називаються *породотворюючими мінералами*.

Частина твердих природних утворень зустрічається в аморфному стані (опал, лімоніт). Такі сполуки часто називають *мінералоїдами*.

Мінералам властиве суворо впорядковане взаємне розташування атомів і молекул. Така внутрішня структура мінералів (їх кристалічні ґратки) формується в процесі зародження і постійного зростання кристалів. Природно, що різноманітність кристалічних структур визначається особливостями хімічних зв'язків між атомами і їх розмірами.

Якщо зростання мінералу відбувається у вільному просторі, у пустотах тріщин або на поверхні гірських порід, то зовнішня форма кристалів, що утворюються, відображатиме особливості кристалічних ґраток. Так, кубічна форма кристалічної ґратки галіту (кам'яної солі) визначає і кубічну форму його кристалів, а шарувата будова ґратки графіту, слюди, тальку визначає лускату і листову форму кристалів цих мінералів.

Якщо мінерал в процесі зростання заповнює викривлений простір між раніше утвореними мінеральними зернами, то він відповідно набуває і неправи-

льну форму цього простору, зберігаючи при цьому кристалічну внутрішню будову. З таких мінералів складається більшість гірських порід.

Своєрідність структур кристалічних ґраток у різних мінералів визначає велику різноманітність форм природних кристалів. Поверхня кристалів обмежена площинами – гранями, лінії перетину площин – ребра. Точки перетину ребер утворюють вершини. У загальному вигляді форми кристалів можуть бути охарактеризовані наступними визначеннями (рис. 1):

- видовжені в одному напрямку (призматичні, стовпчасті, голчасті, волокнисті);
- видовжені у двох напрямках (таблитчасті, пластинчасті, листуваті, лускаті);
- однаково розвинуті в основних трьох напрямках (ізометричні у вигляді куба, октаедра та ін.);
- двійники, трійники та ін. – закономірні зростки кристалів.

Однакова будова кристалічних ґраток різних зразків одного й того ж мінералу обумовлює у них і однакові величини кутів між однойменними гранями і ребрами. Ця закономірність названа "законом постійності гранних кутів".

Головна особливість полягає в тому, що будова кристалічних ґраток мінералів, тип і міцність зв'язку між їхніми атомами визначають фізичні параметри і властивості мінералів – їх колір, твердість, ступінь прозорості, електропровідність і т.п. Наприклад, такі мінерали, як алмаз і графіт складаються з вуглецю, але за фізичними властивостями різко відрізняються.

Ще одна важлива особливість полягає в тому, що величина якого-небудь фізичного параметра в кристалі залежить від напрямку, уздовж якого він вимірюється. І це природно, оскільки у різних напрямках відстань і міцність зв'язків між атомами у будь-яких кристалічних ґратках будуть різними. Така властивість кристалічних речовин називається *анізотропією*. Таким чином, всі кристалічні мінерали – анізотропні тіла.

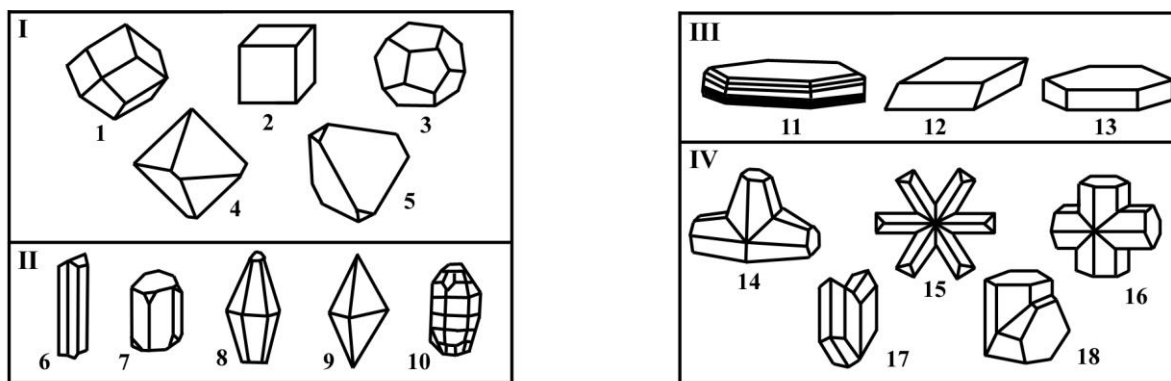


Рис. 1. Деякі кристалічні форми мінералів і типи їх будови: I – ізометричні кристали: 1 – ромбічний додекаедр (гранат), 2 – кубічний (галеніт), 3 – пентагондодекаедр (пірит), 4 – октаедр (алмаз), 5 – тетраедр (сфалерит); II – кристали, видовжені в одному напрямку: 6 – стовпчастий (барит), 7 – короткостовпчастий (корунд), 8 – усічено-діпірамідальний (корунд), 9 – пірамідальний (сірка), 10 – бочкоподібний (корунд); III – кристали, видовжені у двох напрямках: 11 – таблитчастий (графіт), 12 – ромбоедр (кальцит), 13 – таблитчастий (піротин); IV – типи зростання кристалів: 14 – двійник піротину, 15 – трійник арсенопіриту, 16 – двійник ставроліту, 17 – двій-



ник гіпсу, 18 – двійник кальциту.

Будова кристалічних ґраток залежить як від хімічного складу мінералу, так і від умов, в яких він утворився. В першу чергу від температури і тиску. Тому ґратки графіту, алмазу і багатьох інших мінералів з однаковим хімічним складом різні. Таке явище називається *поліморфізмом*. Наприклад, кварц ( $\text{SiO}_2$ ) може кристалізуватися за різних температур. Відповідно розрізняють низькотемпературний ( $<575^\circ\text{C}$ ) і високотемпературний ( $575\text{-}870^\circ\text{C}$ ) кварц, тридиміт ( $870\text{-}1470^\circ\text{C}$ ) і кристобаліт ( $1470\text{-}1710^\circ\text{C}$ ). В метеоритних кратерах знаходять стішовіт, що має той же хімічний склад ( $\text{SiO}_2$ ), але велику щільність ( $4,35\text{ г/см}^3$ ).

Мінералоїди мають не кристалічну, а аморфну – нерегульовану внутрішню будову. Молекули в них розташовуються по відношенню один до одного безладно. Фізичні параметри у таких утворень однакові за всіма напрямками – вони *ізотропні* (грец. "ізо" – однаковий, "тропос" – властивість). Прикладом аморфної речовини є природне і штучне скло, опал.

### Утворення мінералів і форми знаходження їх у природі

Утворення мінералів відбувається усередині земної кори і Землі в результаті прояву ендегенних геологічних процесів, а також у приповерхневих умовах в результаті екзогенних процесів.

*Ендегенні мінерали утворюються в результаті:*

- кристалізації магми під час її охолодження (магматичні процеси);
- випадіння в тріщинах і пустотах порід в результаті циркуляції через них мінералізованих гарячих водних розчинів (гідротермальні процеси) і газів (пневматолітові процеси);
- перекристалізації раніше утворених мінералів в інші мінеральні види під впливом високої температури і тиску (метаморфічні процеси);
- обмінних хімічних реакцій між магмою і вміщуючими її породами (метасоматичні процеси).

*Екзогенні мінерали утворюються в результаті:*

- хімічного і біохімічного розкладання мінералів і гірських порід в результаті дії на них атмосферного кисню, води і водних розчинів (процеси вивітрювання);
- випадання з водних розчинів на дно водоймищ солей та інших сполук (процеси хімічного осадконакопичення);
- заповнення пустот у рихлих осадках мінеральними масами, що виділяються з циркулюючих через пустоти підземних вод (процеси діагенезу).

Найпоширенішими формами знаходження мінералів є зернисті, землісті та оолітові агрегати (скупчення).

Зернисті агрегати – це власне гірські породи, що складаються з кристалічних зерен мінералів одного або декількох видів. Наприклад – граніт, пісковик.

Землісті агрегати – рихлі скупчення порошкоподібних мінералів, що розминаються пальцями рук.

Агрегати ооліту – скупчення оолітів – округлих, розміром до 5 мм частинок з концентрично шаралупуватою внутрішньою будовою. Ооліти утворюються у мінералізованому водному середовищі водоймищ і можуть бути пред-

ставлені вапняними, залізистими, марганцевими сполуками.

Менш поширеними мінеральними утвореннями є окремі кристали, друзи, секреції, конкреції, натічні форми, дендрити (рис. 2).

Друзи – це зростки різноорієнтованих кристалів.

Секреції – утворюються в результаті заповнення пустот мінеральною речовиною, що осідає на стінах.

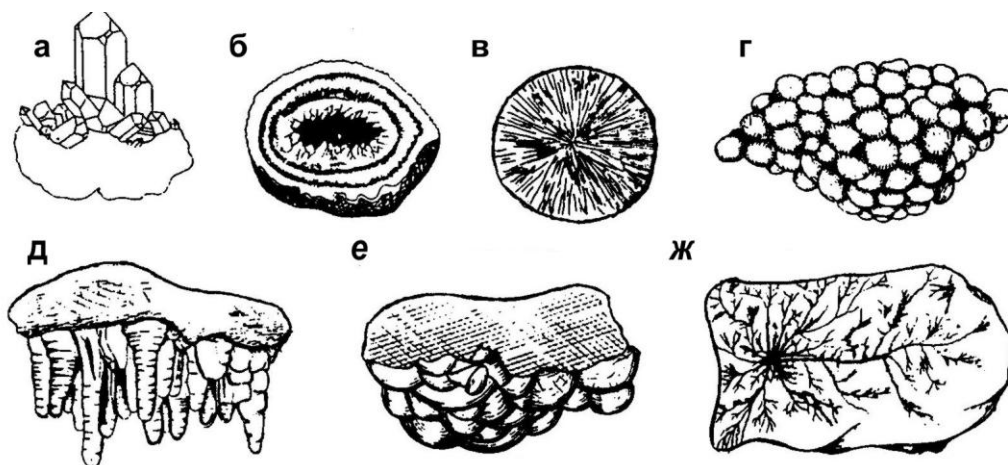


Рис. 2. Деякі форми знаходження мінералів у природі: а – друзи, б – секреція, в – конкреція, г – ооліти, д – сталактити, е – натічна брунькоподібна, ж – дендрити

Конкреції – мінеральні агрегати округлої, сплющеної або неправильної форми з концентричною або радіально-променистою будовою. Ці форми поступово формуються усередині осадових порід унаслідок стягування і концентрації мінеральної речовини – залізистих, карбонатних, кременистих та інших сполук.

Натічні форми – виникають на стінках пусток в результаті випаровування або охолодження розчинів. Ці утворення мають ниркоподібну, гронаподібну, плівкову форму. Натічними формами є сталактити і сталагміти у печерах.

Дендрити утворюються в результаті зростання мінералів уздовж тонких тріщин в породах. Ці форми мають гіллясту будову.

#### Фізичні властивості мінералів

Кожен мінерал має певні показники фізичних властивостей. Ці показники визначають у лабораторіях із застосуванням спеціальних точних методів (хімічних, мікроскопічних, термічних, рентгеноструктурних та ін.), а також безпосередньо у польових умовах. Польове визначення мінералу проводиться за окремими характерними ознаками або певним їх поєднанням (макроскопічний метод), при цьому оцінюється щільність (питома вага) мінералів та морфологічні, оптичні, механічні і так звані особливі властивості мінералів.

Щільність мінералів оцінюється приблизно. Мінерали поділяються на три групи: *легкі* (щільність до  $3,0 \text{ г/см}^3$ ), *середні* (відповідно від  $3,0$  до  $4,0 \text{ г/см}^3$ ) і *важкі* (більше  $4,0 \text{ г/см}^3$ ).

Морфологічні властивості – це форма кристалів мінералу, умови знахо-

дження їх у гірських породах, а також загальний вигляд мінеральних агрегатів.

Оптичні властивості мінералів – це їх колір (забарвлення), колір риски, прозорість та блиск.

Забарвлення або колір визначається декількома чинниками – хімічним складом мінералу, його внутрішньою будовою і домішками.

Забарвлення мінералу може ускладнюватися інтерференцією світла при віддзеркалюванні його від внутрішніх дефектів (тріщин), включень і плівок на поверхні мінералу. Це явище називається іризацією. Прикладом можуть служити сині та блакитні переливи в глибині напівпрозорих кристалів лабрадору, а також строкате веселкове забарвлення непрозорого халькопіриту. У останньому випадку іризація має назву "*мінливість*" (рос. "побежалость"). Так, жовто-оранжева строката мінливість характерна для халькопіриту.

Прозорість – це здатність мінералу пропускати світло. Вона залежить від кристалічної структури мінералу, його складу і домішок. Виділяють мінерали: *прозорі, непрозорі, напівпрозорі (що просвічують)*, а також ті, *що просвічують на тонких краях*. Дрібнозернисті агрегати, що складаються з прозорих мінералів, втрачають здатність пропускати світло і стають непрозорими або такими, що просвічують.

Блиск залежить від характеру поверхні мінералу, яка відбиває світло. Розрізняють три види блиску: *металевий, металоподібний (напівметалевий) і неметалевий*. Різновидами неметалевого є блиск *алмазний, скляний, жирний, перламутровий, шовковистий, восковий, матовий* (блиск відсутній).

Механічні властивості мінералів виявляються при механічній дії на них і включають такі поняття як спайність, злам і твердість.

Спайність – здатність кристалу розколюватися у певних напрямках з утворенням рівних блискучих поверхонь. Спайність може виявлятися в одному, двох, трьох, чотирьох і шести кристалографічних напрямках. Природно, що такі поверхні відповідають тим напрямкам в кристалічній решітці, де зв'язки між її атомами якнайменше міцні.

**Злам** – це форма поверхні мінералу, якщо розкол його проходить не по спайності. У кристалів із спайністю злам характеризуватиметься як рівний за спайністю. У кристалів без спайності злам може бути нерівним, раковистим (як у скла). Мінеральні агрегати можуть мати злам зернистий, волокнистий (скалкуватий), голчастий, землистий.

**Твердість** – це здатність мінералу чинити опір руйнуванню при дряпанні його іншим мінералом. Використовується мінеральна десятибальна шкала відносної твердості, запропонована у 1811 р. німецьким мінералогом Фрідріхом Моосом (табл. 2). Кожен мінерал у цій шкалі має твердість на одиницю більше попереднього, тобто дряпає його.

У техніці і наукових дослідженнях використовуються показники абсолютної твердості, яка вимірюється приладами різних конструкцій.

Таблиця 2

Шкала відносної  
твердості мінералів  
за Моосом

Мінерали шкали Мооса	Твердість мінералу за Моосом
Тальк	1
Гіпс	2
Кальцит	3
Флюорит	4
Апатит	5
Ортоклаз	6
Кварц	7
Топаз	8
Корунд	9
Алмаз	10

#### Класифікація і характеристика мінералів, що вивчаються

Хімічна класифікація мінералів враховує їх хімічний склад і будову кристалічних ґраток. Виділяють близько двадцяти різних класів і підкласів мінералів. Мінерали, що вивчаються на лабораторних заняттях, відносяться до восьми основних класів:

1. *Самородні елементи* – графіт (C), сірка (S).
2. *Сульфіди* (сполуки металів з сіркою) – пірит ( $\text{FeS}_2$ ), халькопірит ( $\text{CuFeS}_2$ ), галеніт (PbS), сфалерит ( $\text{ZnS}$ ), кіновар ( $\text{HgS}$ ).
3. *Галоїдні сполуки або галогеніди* (сполуки металів з Cl, F, Br, I) – галіт ( $\text{NaCl}$ ), флюорит ( $\text{CaF}_2$ ).
4. *Оксиди і гідроксиди* – кварц ( $\text{SiO}_2$ ), халцедон ( $\text{SiO}_2$ ), магнетит ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), гематит ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), лимоніт ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), піролюзит ( $\text{MnO}_2$ ).
5. *Карбонати* (солі вугільної кислоти) – кальцит ( $\text{CaCO}_3$ ).
6. *Сульфати* (солі сірчаної кислоти) – гіпс ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).
7. *Фосфати* (солі ортофосфорної кислоти) – апатит ( $\text{Ca}_5(\text{F,Cl}) \cdot (\text{PO}_4)_3$ ).
8. *Силікати* – гранат, піроксен, рогова обманка, біотит, мусковіт, серпентин, каолініт, тальк, лабрадор, ортоклаз.

Силікати складають 75% маси земної кори і є найскладнішими за хімічним складом і структурою мінералами. У їх складі переважають O, Si, Al, Fe, Mg, Mn, Ca, Na, K. У багатьох мінералах присутні Li, Be, B, Ti, Zn, рідкісні землі, F, OH,  $\text{H}_2\text{O}$  і ін. Із загального числа найменувань мінералів Землі на частку силікатів припадає 34%.

Основа всіх силікатів – комплексні аніони у вигляді кременекисневих те-

тетраедрів  $[\text{SiO}_4]^{4-}$ . Складність хімічного складу силікатів обумовлена тим, що у їх будові, завдяки наявності у тетраедрів вільних кисневих валентностей, можуть брати участь метали і інші елементи. Зовнішня форма (вигляд) кристалів силікатів і їх фізичні властивості знаходяться в прямій залежності від внутрішньої структури.

Характеристика мінералів, що вивчаються, наведена у табл. 3.

### **Методичні рекомендації з виконання**

#### ***Дано:***

- загальні відомості про мінерали та їх умови утворення;
- характеристика фізичних властивостей мінералів, що вивчаються та їх класифікація;
- колекції зразків мінералів, що вивчаються, без вказівки їх назв;
- експонати мінералів у геологічному музеї Державного ВНЗ "НГУ".

#### ***Визначити:***

- основні фізичні параметри (колір, риска, блиск, спайність, особливі ознаки) зразків мінералів;
- назви та класи, до яких належать зразки мінералів з колекцій;

***Обладнання:*** приладдя для визначення відносної твердості та деяких особливих властивостей мінералів (скло, фарфор, еталонні мінерали, магніти, 10%-ї розчин соляної кислоти).

Таблиця 3

## Характеристика найважливіших породоутворюючих та рудних мінералів

№	Назва і склад	Блиск	Колір	Риска	Спайність; злам	Твердість	Форми знаходження	Діагностичні ознаки	Де і як використову- ється
1	Графіт C	Метало- подібний; прихова- нокроста- лічні аг- регати матові	Залізо-чорний до сталевो- сірого	Чорна блискуча	Не помітна; нерівний	1	Дрібнолуску- ваті агрегати та вкраплення	Жирний на до- тик, твердість, риска	Електро- технічна промисловість
2	Сірка S	На гранях алмазний, у зламі жирний	Різні відтінки жовтого	Слабо- жовтувата	Недоскона- ла; нерівний до раковис- того	1,5	Землисті агрегати та вкраплення	Жовтий колір, риска, крихкість	Хімічна про- мисловість, сільське господарство
3	Галеніт PbS	Метале- вий	Свинцево- сірий	Сірувато- чорна	Досконала по кубу	2-3	Зернисті маси або вкраплені виділення неправильної форми	Колір, спайність по кубу, що ви- являється у сту- пінчастому зламі, важкий	Руда на свинець
4	Пірит FeS <sub>2</sub>	Метале- вий	Світлий латун- но-жовтий або солом'яно- жовтий	Чорна	Відсутня; нерівний	6-6,5	Кристалічні агрегати і вкраплення	Колір, блиск, риска, висока твердість	Не використо- вується
5	Сфалерит ZnS	Алмазний	Бурий, корич- невий	Ясно- коричнева	Досконала у 6-ти напрям- ках	3-4	Кристалічні агрегати і вкраплення	Алмазний блиск, риска, спайність	Цинкова руда
6	Халько- пірит CuFeS <sub>2</sub>	Метале- вий	Латунно- жовтий з мін- ливістю	Чорна із зеленим відтінком	Недоскона- ла; нерівний	3-3,5	Кристалічні агрегати і вкраплення	На відміну від піриту не дряпає скло, мінливість	Мідна руда

№	Назва і склад	Блиск	Колір	Риска	Спайність, злам	Твердість	Форми знаходження	Діагностичні ознаки	Де і як використовується
7	Кіновар HgS	Алмазний	Червоний	Червона	Не помітна; нерівний	2-2,5	Вкраплення, кристалічні агрегати, порошкоподібні примазки та нальоти	Червоний колір, низька твердість, крихкий	Руда на ртуть
8	Галіт NaCl	Скляний	Білий, безбарвний	Біла	Досконала у трьох напрямках	2,5	Кристалічні агрегати	Солоний смак, низька твердість, спайність по кубу	Харчова та хімічна промисловість
9	Флюорит CaF <sub>2</sub>	Скляний	Фіолетовий, жовтий, зелений, рожевий, рідше прозорий, безбарвний	Біла	Досконала у чотирьох напрямках	4	Кристалічні агрегати і вкраплення	Різнозабарвлені кристали, октаєдрічна спайність, крихкий	Металургія, хімічна промисловість
10	Гіпс CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	Скляний	Білий, безбарвний	Біла	Досконала	2	Кристалічні агрегати, кристали	Дряпається нігтем, спайність в одному напрямку достатньо досконала	Будівельна галузь, цементна промисловість
11	Кальцит CaCO <sub>3</sub>	Скляний	Безбарвний, молочно-білий	Біла	Досконала	3	Кристалічні агрегати, кристали	Скипає з HCl, спайність по ромбоєдру	Хімічна, будівельна галузі, металургія, ювелірна справа
12	Магнетит Fe <sup>2+</sup> Fe <sup>3+</sup> <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Напівметалевий	Залізо-чорний	Чорна	Відсутня, нерівний	5,5-6	Кристалічні агрегати, кристали	Магнітність, чорна риска	Залізна руда

Продовження табл. 3

№	Назва і склад	Блиск	Колір	Риска	Спайність, злам	Твердість	Форми знаходження	Діагностичні ознаки	Де і як використовується
13	Гематит $\text{Fe}_2\text{O}_3$	Металевий до напівметалевого	Залізо-чорний до сталевосірого, бурочервоний	Вишнево-червона	Відсутня; нерівний, землистий	5,5-6	Кристалічні агрегати і вкраплення	Вишнево-червона риска, важкий, немагнітний	Залізна руда
14	Лимоніт $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	Матовий	Від іржаво-бурого до темно-бурого	Бура і ржаво-бура	Відсутня; нерівний, землистий	Від 1 до 4	Землисті агрегати, ооліти, плівки	Колір, іржаво-бура риска	Залізна руда
15	Піролюзит $\text{MnO}_2$	Матовий	чорний	Оксимитово-чорна	Відсутня; нерівний, землистий	Від 2 до 6	Прихованокристалічні агрегати	Колір, риска, низька твердість	Марганцева руда
16	Кварц $\text{SiO}_2$	Скляний	Білий, безбарвний	Відсутня	Відсутня; нерівний, раковистий	7	Кристалічні агрегати, кристали, зерна	Висока твердість, відсутність спайності, колір	Виробництво скла
17	Халцедон $\text{SiO}_2$	Жирний, матовий, восковий	Світло-сірий, синюватий, червоний та ін.	Відсутня	Відсутня; нерівний, раковистий	7	Жовна, прожилки, натічні форми	Прихованокристалічні агрегати, висока твердість	Ювелірна справа
18	Апатит $\text{Ca}_5(\text{F},\text{Cl})(\text{PO}_4)_3$	На гранях скляний, на зламі – жирний	Безбарвний, зелений, жовтуватий, білий, синювато-зелений	Біла	Недосконала; нерівний	5	Кристалічні агрегати, кристали	Суцільні зернисті цукроподібні маси	Сільське господарство
19	Гранат	Скляний	Бурочервоний	Відсутня	Відсутня; нерівний, зернистий	7-7,5	Кристалічні агрегати, кристали	Червоний і бурочервоний колір, висока твердість	Абразивні матеріали



№	Назва і склад	Блиск	Колір	Риска	Спайність	Твердість	Форми знаходження	Діагностичні ознаки	Де і як використовується
20	Рогова обманка	Скляний	Темно-зелений	Зеленувато-сіра	Середня; голчастий	5,5-6	Кристалічні агрегати, кристали	Колір, риска, призматична форма кристалів	Не використовується
21	Біотит (чорна слюда)	Перламутровий	Чорний	Біла, сіра	Достатньо досконала	2,5	Лускуваті агрегати	Колір, спайність, листувата форма кристалів	Термостійкий ізоляційний матеріал
22	Мусковіт (біла слюда)	Перламутровий	Безбарвний	Біла	Достатньо досконала	2,5	Лускуваті агрегати і включення	Колір, спайність, листувата форма кристалів	Ізоляційний матеріал
23	Серпентин	Жирний восковий	Зеленкуватий	Біла	Не помітна; нерівний	3-4	Прихованокристалічні, іноді волокнисті агрегати азбесту	Плямисте забарвлення, жирний блиск, присутність азбесту	Вогнетривкі матеріали, виробне каміння
24	Каолініт (біла глина)	Матовий	Білий	Біла	Не помітна; нерівний, земляний	1	Землисті маси	Розмокає у воді	Фарфоро-фаянсова промисловість
25	Тальк	Жирний	Білий, сірий	Біла	Не помітна; нерівний	1	Прихованокристалічні агрегати	Колір, твердість, жирний на дотик	Вогнетривкі та матеріали
26	Лабрадор	Скляний	Темно-сірий з іризацією	Біла	Досконала	6	Кристалічні агрегати, кристали	Колір, іризація, твердість, спайність у двох напрямках	Облицювальний камінь
27	Ортоклаз	Скляний	Від білого до світло-червоного	Біла	Досконала	6	Кристалічні агрегати, кристали	Колір, твердість, спайність у двох напрямках	Керамічна сировина

**Методика** визначення фізичних властивостей мінералів є макроскопічною, вона використовується як у лабораторних умовах, так і під час польових досліджень. Проведення досліджень з визначення фізичних параметрів мінералів слід проводити у наступній послідовності.

Візуально визначають блиск та колір. Розрізняють три основні види блиску – металеві, металоподібні і неметалеві. При цьому неметалевий блиск може бути скляним, алмазним, жирним, перламутровим, шовковистим, матовим. Металевий блиск мають рудні мінерали. Металоподібний блиск мають графіт, гематит.

Для характеристики забарвлення мінералів (кольору) використовують назви семи кольорів веселки, а також визначення – безбарвний (прозорий), білий, чорний, сірий, бурий. Використовуються також назви забарвлення загальновідомих об'єктів – вишневий, салатний та ін. Забарвлення мінералу може бути плямистим, мінливим.

Риску мінерал залишає на поверхні твердіших тіл, як крейда на дошці. Для цього використовуються неглазуровані порцелянові дощечки. Колір риски є більш постійною ознакою, ніж забарвлення мінералу. Так за чорною рисою легко впізнати латунно-жовтий пірит, а за вишнево-бурою – бурочервоний гематит.

Прозорість. Мінерали можуть мати різний ступінь прозорості. Так, кварц може бути прозорим (гірський кришталь), напівпрозорим і непрозорим – молочно-білим. Деякі мінерали просвічують в краях або тонких сколах.

Спайність у мінералів може бути в одному, двох, трьох, чотирьох і навіть в шести напрямках. Так, у слюди і гіпсу один напрямок спайності, в ортоклазу – три, а у сфалериту – шість. Для оцінки спайності існує наступна шкала:

- спайність *достатньо досконала* (слюда, гіпс);
- спайність *досконала* (кальцит, галіт, галеніт, польові шпати);
- спайність *середня* (рогова обманка);
- спайність *недосконала* – спайні поверхні в місцях розколу рідкісні, переважають ділянки з нерівною поверхнею (берил, апатит);
- спайність *достатньо недосконала* – кристали мають нерівні поверхні при розколюванні (кварц, каситерит).

Окрім спайності треба визначити злам. Так *раковистий* злам з гостро-ріжучими краями у скла, кременя, фарфору, кварцу; *волокнистий* у азбесту, *skalкуватий* у рогової обманки, *землистий* злам у дрібноагрегатних мінеральних мас, складених каолінітом, піролюзитом, лимонітом.

Визначення відносної твердості здійснюється за десятибальною шкалою Мооса (табл. 2). Визначити відносну твердість мінералу означає порівняти його з еталонами. При виконанні лабораторної роботи для цього використовують замітники еталонних мінералів з різною твердістю – метали, скло, фарфор і ін. Визначення твердості слід починати зі скла. Мінерал, що залишає на склі подряпину, має твердість більше 5-ти, а якщо ковзає по ньому, то менше 5-ти. Багато мінералів мають твердість проміжну між двома еталонами шкали Мооса. У такому разі твердість необхідно позначати дробовим числом, наприклад, між 3 і 4 – 3,5. У табл. 4 для порівняння наведені значення абсолютної твердості мінералів зі шкали Мооса.

## Шкала твердості мінералів та їх заміників

Твердість мінералу за Моосом	Мінерали шкали Мооса	Твердість заміника за Моосом	Заміник мінеральної шкали Мооса	Абсолютна твердість за приладом Хрущова-Берковича
1	Тальк	1	Грифель олівця	2,4
2	Гіпс	1,5-2	Шкіра пальців рук, голка алюмінієва	36
3	Кальцит	2,5-3	Ніготь, мідний дріт	109
4	Флюорит	4	М'яке залізо (цвях)	189
5	Апатит	5	Віконне скло	536
6	Ортоклаз	6-6,5	Лезо бритви, фарфор	795
7	Кварц	7	Напиллок	1120
8	Топаз	8	Спеціальні сплави	1427
9	Корунд	9	Наждачний камінь	2060
10	Алмаз	10		10 060

Особливі властивості мінералів. Це властивості, які мають окремі мінерали або їх групи. Такими властивостями є:

- *магнітність* – здатність мінералу впливати на магнітну стрілку компаса. Таку властивість має магнетит і деякі інші мінерали;

- *смак*, який мають розчинні мінерали. Так, галіт (кухонна сіль) – солоний;  
 - *реакція з соляною кислотою* (HCl), з якою реагують карбонати (кальцит та ін.). При цьому виділяються бульбашки вуглекислого газу. Використовується 10%-ий розчин HCl .

- *горючість*, електропровідність, радіоактивність та ін.

Особливу увагу слід приділяти *техніці безпеки* під час проведення експериментів із застосуванням скла, порцелянових дощочок та розчину соляної кислоти, а саме:

- скло або порцелянову дощочку потрібно притискати однією рукою до парти, мінерал тримати в іншій руці і проводити ним по склу або дощечці;

- 10%-й розчин соляної кислоти використовувати тільки під наглядом викладача.

**Протокол досліджень** з визначення фізичних властивостей основних породоутворюючих та рудних мінералів слід подавати у вигляді таблиці, зразок якої наведений нижче (табл. 5).

Таблиця 5

## Характеристики зразків мінералів з робочих колекцій

№ п.п.	Блиск	Колір	Риска	Твердість	Спайність, злам	Діагностичні ознаки	Назва, формула, клас
1	Матовий	Білий	Біла	1	Не помітна, землистий	Розмокає у воді	Каолініт, силікати

**Обробка результатів лабораторних досліджень** подається у формулюванні діагностичних ознак, які притаманні кожному мінералу і відрізняють його від будь-якого іншого, а також визначенні назви, хімічного складу (формули) та класу, до якого належить мінерал. Для цього застосовують визначені фізичні під час досліджень параметри та порівнюють їх з даними, що наведені у табл. 3.

**Висновки** повинні складатися з:

- визначення основних параметрів, за якими можна більш-менш точно визначити мінерал до його остаточного встановлення під час подальших мінералогічних досліджень;

- аналізу розповсюдженості вивчених мінералів за їх хімічним складом, враховуючи кларки хімічних елементів у земній корі.

Студенти на заняттях можуть отримувати консультації у викладача, а також його висновки щодо правильності виконаних визначень мінералів.

### **Питання для підготовки до захисту лабораторної роботи**

1. Дати визначення поняттю "мінерали".
2. Чим відрізняються поняття твердість абсолютна і твердість відносна?
3. Назвіть мінерали з класу самородні елементи, сульфідів, галогеніди, карбонати, сульфати, фосфати, оксиди та гідроксиди, силікати.
4. Дайте визначення поняттям ізотропія, анізотропія, ізоморфізм.
5. Які мінерали є ізотропними та анізотропними?
6. Що означає поняття "Спайність", "Твердість", "Риска", "Блиск"?
7. Охарактеризувати умови утворення мінералів.
8. На чому заснований макроскопічний метод визначення мінералів, використовуваний при виконанні лабораторної роботи?
9. Принцип побудови шкали відносної твердості мінералів. Яка твердість мінералу апатиту?
10. Принцип класифікації мінералів. Які мінерали, вивчені в процесі виконання лабораторної роботи, відносяться до класу самородних?
11. Назвіть основні класи мінералів, наведіть найбільш розповсюджені мінерали з кожного класу.
12. З якими геологічними процесами пов'язано мінералоутворення?
13. Перерахувати фізичні властивості мінералів. Які категорії блиску Ви знаєте?
14. Шкала Мооса – шкала абсолютної або відносної твердості мінералів?
15. Назвіть основні класи мінералів. Які мінерали, вивчені в процесі виконання лабораторної роботи, відносяться до класу сульфідів?
16. Завдяки яким процесам утворюються ендогенні мінерали?
17. Дайте визначення поняттю «спайність». Чим вона обумовлена?
18. Яка шкала використовується для визначення твердості в мінералогії?
19. Назвіть основні класи мінералів. Які мінерали, вивчені в процесі виконання лабораторної роботи, відносяться до класу силікатів?
20. Завдяки яким процесам утворюються екзогенні мінерали?
21. Фізичні властивості мінералів – колір і твердість, їх застосування?
22. Яким чином можна в лабораторних умовах визначити відносну твердість мінералу?

### 3. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПІДГОТОВКИ ТА ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ № 2

#### Тема: "*Вивчення основних типів гірських порід*"

**Мета лабораторної роботи** – ознайомити студентів із структурними і текстурними ознаками гірських порід різного походження, їх класифікацією і найпоширенішими видами.

Підготовка до лабораторної роботи полягає у ретельному вивченні теоретичних положень, що наведені нижче та в більш розширеному вигляді приводяться у рекомендованій літературі.

#### *Загальні відомості про гірські породи, їх структуру і текстуру.*

Земна кора складається з мінеральних агрегатів – гірських порід у вигляді різноманітних за формою і розмірам тіл. Кожна гірська порода утворюється у певних геологічних умовах, які обумовлюють форму її тіла, характер залягання в земній корі, мінеральний склад і внутрішню структуру. Тому різні гірські породи характеризуються певними фізичними властивостями: кольором, щільністю, механічною щільністю і т.п.

Таким чином, гірські породи – це більш менш однорідні за складом і фізичним властивостям мінеральні агрегати, утворені в результаті різних геологічних процесів.

За своїм походженням усі гірські породи розділяються на три великі групи:

- *магматичні*, утворені магматичними процесами;
- *осадові*, пов'язані з екзогенними процесами, що протікають на поверхні Землі і в гідросфері;
- *метаморфічні*, що утворюються в результаті перекристалізації магматичних і осадових порід в надрах Землі (метаморфічні процеси).

Магматичні і метаморфічні породи складають 95% маси земної кори.

Основними діагностичними ознаками під час вивчення порід є їх структурно-текстурні особливості і речовинний склад.

Під структурою гірської породи розуміється форма, розмір мінералів, уламків або органічних залишків, з яких вона складається, а також ступінь кристалічності породи. Наприклад – повнокристалічна, аморфна або оолітова структури.

Текстура породи – це особливості просторового і взаємного розташування в ній мінералів, уламків і інших складових породи. Наприклад – масивна, шарувата, плямиста текстури.

Речовинний склад гірських порід. Складовими частинами гірських порід можуть бути: зерна мінералів, нерозкристалізована речовина магми (вулканічне скло), уламки раніше існуючих порід та мінеральна речовина різного складу, що їх цементує, органічні рештки тваринного й рослинного походження, космічний пил та метеорити. Проте, головною складовою гірських порід є мінерали.

## Магматичні породи

Магматичні гірські породи утворюються в результаті охолодження рідкого силікатного розплаву – магми, що поступає з глибинних магматичних осередків. Магма може остигати усередині Землі і в умовах поверхні земної кори, коли вона виливається під час вулканічних вивержень. В цілому за умовами кристалізації магматичні породи розділені на три класи:

- *плутонічні (інтрузивні)*, утворені в результаті тривалого охолодження й кристалізації магми на значних глибинах;
- *вулканічні (ефузивні)*, утворені в умовах денної поверхні або у підводних умовах з лави (магми, з якої вийшли розчинені в ній гази);
- *гіпабісальні*, що утворилися в результаті застигання магми в зонах, близьких до денної поверхні.

Інтрузивні і ефузивні породи легко розпізнаються за структурою і текстурою. Інтрузивні породи мають *повнокристалічну* – гіганто-, крупно-, середньо- або дрібнозернисту структуру з розміром мінеральних зерен відповідно: більше 10, 5-10, 2-5 і 0,5-2 мм. Текстура порід масивна, обумовлена рівномірним розподілом в них зерен різних мінеральних видів.

Ефузивні породи мають *прихованокристалічну, аморфну* (склувату) структуру основної маси; в якій можуть бути включені лише окремі кристали тугоплавких мінералів. Текстура магматичних порід масивна, нерідко пориста.

Відповідно до діючого "Петрографічного кодексу України" (1999 р.), всі магматичні породи за процентним вмістом у них SiO<sub>2</sub> умовно поділяються на чотири великі групи: *кислі* (64-78%), *середні* (53-64%), *основні* (44-53%) та *ультраосновні* (30-44%). Така систематизація разом з інформацією про глибинне або поверхнєве походження магматичних порід дозволила провести їх класифікацію. Спрощений варіант класифікації наведений у табл. 6, де зі всієї великої різноманітності магматичних порід наведені найменування тільки основних різновидів.

Таблиця 6

Класифікація магматичних гірських порід

Групи порід за хімічним складом (за вмістом SiO <sub>2</sub> , %)	Класи порід за умовами утворення		Породоутворюючі мінерали порід
	Плутонічні (інтрузивні)	Вулканічні (ефузивні)	
Кислі (64-78 %)	Граніт	Ріоліт, обсидіан	Калієві польові шпати, кварц (25-45%), кислі плагіоклази, біотит, мусковіт, зрідка рогова обманка
Середні (53-64 %)	Діорит (нормальний ряд)	Андезит	Середні плагіоклази – близько 70%, рогова обманка, зрідка піроксени, біотит
	Сієніт (лужний ряд)	Трахіт	Калієві польові шпати – 60-90 %, кислі плагіоклази, рогова обманка, зрідка біотит та піроксени
Основні (44-53 %)	Габро, лабрадорит, піроксеніт	Базальт	Піроксени, основні плагіоклази, рогова обманка, олівіни
Ультраосновні (30-44%)	Дуніт, Перидотит	Пікріт, Кімберліт	Олівін, піроксени, зрідка біотит, рогова обманка

## Осадові породи

Осадові породи утворюються різними способами:

- в результаті накопичення уламків порід, залишків рослин і тварин;
- шляхом випадіння в осад солей та інших хімічних сполук;
- сумісним проявом указаних процесів, зокрема за участю процесів утворення продуктів вулканічних вивержень.

Залежно від способу утворення і складу осадові породи поділяються на *уламкові, глинисті, хімічні (хемогенні), органічні (органогенні), змішані, вулканогенно-осадові*. Програмою передбачений розгляд тільки уламкових, хімічних і органічних порід.

Мінеральні осади, з яких формуються осадові породи, накопичуються шарами і нашаруваннями різної потужності. Тому загальною ознакою осадових утворень є їх шарувата макро- і мікроструктура.

**Уламкові породи** – складаються з уламків і глинистих утворень – продуктів руйнування порід, що складають поверхню земної кори.

Уламкові породи можуть бути рихлими (сипкими) і зцементованими (монолітними). Цементуюча речовина може бути представлена глиною, кремністими, карбонатними, залізистими та іншими сполуками.

Уламки в породах можуть бути *грубими* або різною мірою *обкатаними*. Обкатаності (згладженості) уламки набувають в процесі переміщення їх водними потоками, вітром, морським прибоєм.

Розмір уламків змінюється у широких межах – від глинистих і пилюватих частинок до багатометрових глиб. Відповідно структури уламкових порід можуть бути *грубоуламковими, піщаними, пиловими, глинистими*.

Текстури уламкових порід – *рихлі, зцементовані, шаруваті, землісті*.

Класифікація уламкових порід враховує три основні ознаки – розмір уламків, їх обкатаність і монолітність (зцементованість породи) (табл. 7.)

Таблиця 7

Класифікація уламкових порід

Групи порід	Розмір уламків, мм	Найменування порід			
		Пухкі породи		Зцементовані породи	
		Гострокутні уламки	Обкатані уламки	Гострокутні уламки	Обкатані уламки
Грубоуламкові (псефіти)	> 200	Брили	Валуни	Брилові брекчії	Валунні конгломерати
	10-200	Щебінь	Галечник	Брекчії	Конгломерати
	2-10	Жорства	Гравій	Жорств'яники	Гравеліти
Піщані (псаміти)	1-2	Піски грубозернисті		Пісковики грубозернисті	
	0,5-1	Піски крупнозернисті		Пісковики крупнозернисті	
	0,25-0,5	Піски середньозернисті		Пісковики середньозернисті	
	0,1-0,25	Піски дрібнозернисті		Пісковики дрібнозернисті	
Алевритові (алеврити)	0,01-0,1	Алеврити		Алевроліти	
Глинисті (пеліти)	< 0,01	Глини		Аргіліти	

**Хімічні породи** виникли за рахунок продуктів хімічного розкладання інших порід в умовах поверхні земної кори або в результаті випадання солей та інших сполук на дні водоймищ.

Залежно від хімічного складу породи діляться на *карбонатні* (вапняк, вапняковий туф та ін.), *кременисті* (кременистий туф), *залізисті* (бурий залізняк), *галоїдні* (кам'яна сіль), *сірчанокислі* (гіпс), *глиноземисті* (боксит), *змішані* (мергель).

У класифікації хімічних порід особливу увагу слід звернути на графу "мінеральний склад" і "діагностичні ознаки" (табл. 8.).

Структури хімічних порід – кристалічні, прихованокристалічні, оолітові.

Текстури хімічних порід – шаруваті, землисті, натічні.

Таблиця 8

Класифікація хімічних і біохімічних осадових порід

Групи порід	Хімічні породи	Біохімічні породи	Мінеральний склад
Карбонатні	Вапняки хемогенні: - пелітоморфні - оолітові - вапнякові туфи	Вапняки біохімічні: - черепашники - детритусові - коралові - фузулінові та ін.	Кальцит – $\text{CaCO}_3$
Кременисті	Кременисті туфи Гейзерити Кремені	Діатоміти Трепели Опоки	Опал – $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ Халцедон – $\text{SiO}_2$
Залізисті: - оксидні - силікатні - карбонатні	Бурі залізняки	-	Лімоніт – $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ Гетит – $\text{FeOOH}$
Марганцеві	Марганцеві руди	-	Піролюзит – $\text{MnO}_2$
Галогенідні	Кам'яна сіль Калійно-магnezійні солі	-	Галіт – $\text{NaCl}$ Сильвін – $\text{KCl}$ Карналіт – $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Сульфатні	Гіпс Ангідрит	-	Гіпс – $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ Ангідрит – $\text{CaSO}_4$
Глиноземисті	Латерити Боксити	-	Діаспор – $\text{AlO}(\text{OH})$ Гібсит – $\text{Al}(\text{OH})_3$
Фосфатні (фосфорити)	Піщано-глинисті породи з фосфатом кальцію	-	Апатит – $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$



**Органічні породи** утворилися в результаті життєдіяльності рослинних і тваринних організмів, подальшого їх відмирання і накопичення залишків. За складом і походженням породи діляться на основні три типи:

- *зоогенні* (лат. зоо – тварина) утворені із залишків тваринного походження;
- *фітогенні* або гумусові (лат. гумус – земля, фітос – рослина) складаються з гуміфікованих рослинних залишків;
- *сапропелеві* (гр. сапрос – гнилий, пелос – мул).

**Зоогенні** породи складаються з цілих раковин моллюсків, уламків раковин (детритуса) або скелетних залишків тваринних організмів (вапняк-черепашник, кораловий вапняк, писальна крейда і ін.).

**Фітогенні** породи утворюють генетичний ряд порід, початком якого є *торф*, що накопичується в болотах. Торф – це рослинна маса, перетворена на *гумус*, – продукт її розкладання у відновному водному середовищі боліт без доступу кисню. В результаті тектонічного занурення торф'яних шарів на глибину в западинах торф зазнає складних процесів вуглефікації і послідовно перетворюється спочатку на буре вугілля, а потім на кам'яне вугілля різного марочного складу. Занурення на глибину більше 7-8 км перетворює кам'яне вугілля на антрацит.

**Сапропелеві** породи утворюються з сапропелю, який накопичується у застійних водоймищах – озерах, болотах, деяких морях, лагунах, річкових старицях. Сапропель є сумішшю тонкого мінерального мула і органічної маси, що розклалася, утвореної із залишків простих водоростей і організмів, м'яких тканин тварин. У побуті цю чорну, жирну, липку грязь з характерним гнильним запахом називають "мулом". На відміну від вищих рослин, що складаються в основному з клітковини [ $n(C_6H_{10}O_5)$ ], органічна маса сапропелю утворюється з жирів, білка і вуглеводів м'яких тканин організмів.

Подальше перетворення сапропелю пов'язане з його тектонічним зануренням углиб земної кори. Залежно від глибини занурення, потужності шарів сапропелю, вмісту у ньому органічних речовин і інших умов можуть утворитися: *сапропелеве вугілля*, *горючі сланці*, *бітуми* (лат. бітумен – смола), *нафта*, *нафтові гази* та інші породи.

Усі горючі корисні копалини органічного походження мають загальну назву – *каустобіоліти* (гр. каустос – горючий, біос – життя, літос – камінь).

Структури органічних порід – фітогенні, зоогенні.

Текстури органічних порід – шаруваті, безладні, однорідні, землісті.

Характеристика основних зоо- і фітогенних, а також сапропелевих порід наведена у табл. 9.

### Метаморфічні породи

Метаморфічні породи утворюються в результаті перетворення осадових, магматичних або раніше існуючих метаморфічних порід під впливом високої температури, тиску і хімічно активних речовин – рідких і газоподібних флюїдів. Перетворення відбуваються у твердому стані і виражаються у зміні мінерального, а часто і загального хімічного складу, текстури, структури первинних порід.

## Характеристика деяких органічних порід

Назва породи	Колір	Склад і походження	Характерні ознаки
Вапняк-черепашник	Білий, жовтий	Цілі раковини моллюсків, або їх уламки, скріплені цементом	За видовим складом моллюсків можна визначити вік породи
Писальна крейда	Білий	Уламки скелетів простих морських організмів	Залишає білу риску на твердих предметах
Торф	Бурий	Гуміфіковані частини рослин	Легко розминається
Буре вугілля	Бурий	Щільний, повністю обвуглецьований торф при температурі до 60-70°C	Легка, високопориста маса з фрагментами рослин
Кам'яне вугілля марки Д, Г, Ж, К, ОС, Т, ПА	Чорний	Послідовний ряд за ступенем вуглефікації речовини при температурі до 370°C	Блиск матовий, сильно тріщинуватий, забруднює руки
Антрацит	Чорний	Вищий ступінь вуглефікації кам'яного вугілля при температурі більше 370°C	Тріщинуватий, блискучий, рук не забруднює
Горючий сланець	Темно-коричневий	Щільна глиниста порода із запахом бітуму	У тонких сколах свіжий сланець горить полум'ям, що коптить
Нафта і горючий газ (метан CH <sub>4</sub> )	Від білого до чорного	З рідких і газоподібних вуглеводнів рослинного і тваринного походження	Масляниста рідина різної в'язкості, газ – без кольору і запаху

Ступінь змін залежить від інтенсивності, глибини і тривалості дії чинників метаморфізму. У зв'язку з цим можна говорити про ряди метаморфічних порід, починаючи від первинних і закінчуючи глибокометаморфізованими породами зі всіма проміжними їх видами. Наприклад, початкова порода глина або аргіліт перетвориться спочатку у глинистий сланець. Далі, по мірі збільшення глибини занурення, глинистий сланець перетворюється на філіт, філіт – у слюдяний сланець, слюдяний сланець – у гнейс. Такі перетворення здійснюються впродовж багатьох десятків і сотень мільйонів років.

Самі чинники метаморфізму – тиск, температура, флюїди – наслідок геологічних умов існування початкових порід, викликаних зануренням їх на великі

глибини, проникненням в них магми або механічною дією на породи. Всі ці особливості знаходять відображення у складі, структурі і текстурі метаморфічних порід. Деякі риси цих ознак успадковуються ними від первинних порід.

*Мінеральний склад* метаморфічних порід визначається з одного боку умовами метаморфізму, а з іншого складом первинних порід. Головними породоутворюючими мінералами метаморфічних порід є кварц, польові шпати, слюда, піроксени, рогова обманка, кальцит. Разом з ними присутні такі мінерали як гранат, хлорит, тальк, серпентин, які утворюються під час метаморфічних процесів.

*Структури метаморфічних порід*, що виникають в процесі перекристалізації у твердому стані (кристалобластез), є різноманітними *кристалічними*. Для порід дислокаційного (динамічного) метаморфізму типова *катакластична* структура, що характеризується роздробленням породи і мінералів.

*Текстура* – найважливіша показна ознака метаморфічних порід. Виділяють сланцювату, смугасту, гнейсову, масивну.

*Сланцювата* текстура обумовлюється паралельним розташуванням у породі наново утворених лускатих, таблитчастих мінералів. Порода розколюється на плити за цими ж напрямками. Формування сланцюватих текстур відбувається під дією тривалого одностороннього тиску на первинні породи.

*Смугаста* – відрізняється смугастим, шароподібним чергуванням смужок, що відрізняються за складом, кольором або іншими ознаками. Такі текстури успадковуються від осадових шаруватих порід.

*Гнейсова* – виражається у паралельному орієнтуванні подовжених кристалів, чергуванні у породі витягнутих в цьому ж напрямку окремих її частин у вигляді лінз і смужок, що відрізняються мінеральним складом.

*Масивну* відрізняє рівномірний розподіл мінералів в породі, так само як і у магматичних породах.

У табл. 10 наведена характеристика найбільш поширених різновидів метаморфічних порід. У останній графі таблиці подані назви первинних порід – з яких виникла та або інша метаморфічна порода. Наприклад, аргіліт – первинна порода для утворення глинистого сланцю.

## **Методичні рекомендації з виконання**

### ***Дано:***

- загальні відомості про гірські породи;
- класифікація і характеристики магматичних, осадових і метаморфічних порід;
- колекції зразків гірських порід без вказівки їх походження і назви;
- експонати гірських порід у геологічному музеї НГУ.

### ***Визначити:***

- мінеральний склад зразків магматичних, осадових хімічних та метаморфічних гірських порід;
- структуру і текстуру зразків гірських порід;
- за речовинним складом і текстурно-структурними ознаками визначити тип породи за умовами утворення (походженням).

## Найбільш поширені метаморфічні породи

Метаморфічні породи	Мінеральний склад	Деякі характерні ознаки	Первинні породи
Глинистий сланець	Глинисті мінерали, серицит	Колір темно-сірий до чорного, текстура сланцювата	Аргіліт
Філіт	Серицит, кварц	Такі ж як у глинистого сланцю, але з шовковистим блиском	Глинистий сланець
Слюдяний і кристалічний сланці	Кварц, слюда, гранат	Текстура сланцювата, структура лускато-зерниста	Філіт, піщано-глиниста порода
Гнейс	Кварц, польові шпати, слюда	Зовнішній вигляд і мінеральний склад близькі до гранітів. Текстура гнейсова	Кристалічний сланець
Тальковий сланець	Тальк, хлорит, кальцит	Луската і приховано-кристалічна маса тальку	Магматичні ультраосновні породи
Серпентиніт	Серпентин	Зеленувата плямиста порода часто з прожилками азбесту	Магматичні ультраосновні породи
Амфіболіт	Рогова обманка, плагіоклази	Колір від зеленувато-сірого до чорного. Текстура масивна	Основні і середні магматичні породи
Мармур	Кальцит (CaCO <sub>3</sub> )	Структура кристалічна. Текстура масивна, часто смугаста, скипає з HCl	Вапняк
Кварцит	Кварц (SiO <sub>2</sub> )	Порода складається з дрібних зерен кварцу, що скріплюють кварцовим цементом. Дуже щільна і міцна. Текстура масивна	Кварцовий пісковик
Залізистий кварцит	Кварц, гематит	Смугаста текстура, яка створюється чергуванням смуг кварцу та гематиту.	Пісковик з бурим залізняком

**Обладнання:**

- приладдя для визначення відносної твердості мінералів, що входять до складу гірських порід (скло);
- 10%-ї розчин соляної кислоти для визначення карбонатвміщуючих гірських порід;

- лінійка або діаграма за М.М. Васил'євським для визначення структури гірських порід за розміром зерен;
- шкала визначення заокругленості уламків осадових порід.

**Методика виконання.** Вивчаються гірські породи у польових умовах і в лабораторіях – хімічними, петрографічними, радіологічними, інженерно-геологічними методами. В межах аудиторій під час виконання лабораторної роботи визначення гірських порід проводиться макроскопічним методом.

Визначення мінерального складу, тобто мінералів, що складають гірські породи, детально висвітлена у лабораторній роботі №1 даних методичних рекомендацій.

Умови утворення породи знаходять відображення не тільки в її речовинному складі і формі залягання, але й у структурі і текстурі.

Визначення структури і текстури здійснюється візуально та за допомогою відповідного обладнання. Встановлення відповідної структури або текстури проводиться шляхом порівняння даних зразків з еталонами, які демонструються викладачами, або за схемами, рисунками та фотографіями, що наведені у підручнику [1,2].

Тип породи визначається за встановленими структурою і текстурою для кожного зразка гірської породи.

Особливу увагу слід приділяти *техніці безпеки* під час проведення експериментів із застосуванням скла та розчину соляної кислоти, а саме:

- скло потрібно притискати однією рукою до парти, зразок гірської породи тримати в іншій руці і проводити ним по склу або дощечці;
- 10%-й розчин соляної кислоти використовувати тільки під наглядом викладача.

**Протокол досліджень** з визначення мінерального складу, структури, текстури та типу порід за походженням слід подавати у вигляді таблиці, зразок якої наведений нижче (табл. 11).

Таблиця 11

Характеристики деяких зразків гірських порід з робочої колекції

№ п.п	Структура	Текстура	Мінеральний склад	Діагностичні ознаки	Назва породи	Тип за умовами утворення
1	2	3	4	5	6	7
1	Повнокристалічна, середньозерниста	Масивна	Кварц, ортоклаз, мусковіт, біотит, рогова обманка	Рожево-сірий колір	Граніт	Кисла інтрузивна магматична порода

**Обробка результатів лабораторних досліджень** подається у форму-

люванні діагностичних ознак, структури і текстури, які притаманні кожному зразку гірської породи і відрізняють його від будь-якого іншого, а також визначенні типу породи за походженням, до якого належить гірська порода. Для цього застосовують визначені характеристики та порівнюють їх з даними, що наведені у табл. (6-10).

**Висновки** повинні складатися з:

- визначення основних параметрів, за якими можна більш-менш точно визначити гірську породу до її остаточного встановлення під час подальших петрографічних досліджень;
- аналізу розповсюдженості вивчених гірських порід за їх умовами утворення.

Студенти на заняттях можуть отримувати консультації у викладача, а також його висновки щодо правильності виконаних визначень гірських порід.

#### **Питання для підготовки до захисту лабораторної роботи**

1. Дати визначення поняттю "Гірські породи".
2. Назвіть основні види структур магматичних порід.
3. До якого типу порід за походженням відноситься мармур?
4. Назвіть основні види текстур метаморфічних гірських порід?
5. За якими ознаками класифікують осадові уламкові породи?
6. Охарактеризувати умови утворення магматичних ефузивних порід.
7. Які чинники метаморфізму беруть участь в утворенні метаморфічних гірських порід?
8. Які основні характеристики гірських порід застосовувалися для їх визначення в лабораторній роботі?
9. Які геологічні тіла утворюють магматичні гірські породи?
10. Які геологічні тіла утворюють осадові та метаморфічні гірські породи?
11. Охарактеризувати умови утворення магматичних інтрузивних гірських порід.
12. На які групи за складом та способом утворення поділяються осадові гірські породи?
13. Дайте визначення понять структура і текстура.
14. Охарактеризувати умови утворення осадових гірських порід.
15. На які типи за вмістом  $\text{SiO}_2$  поділяються магматичні гірські породи?
16. Охарактеризувати умови утворення метаморфічних гірських порід.
17. На які типи за умовами утворення поділяються магматичні гірські породи?
18. Що розуміють під складом гірської породи?
19. Чим відрізняються гірські породи від мінералів?
20. Принцип класифікації осадових уламкових порід.
21. На які типи порід поділяються осадові хімічні та біохімічні породи.
22. Як утворюються фітогенні, зоогенні та сапропелеві осадові органічні породи?

#### **4. ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ**

## ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

### Вимоги до оформлення

Роботи оформлюються в учнівському зошиті до 12 стор. Обов'язковими елементами звіту з лабораторних робіт повинні бути:

- формулювання основних понять з теоретичних положень про мінерали та гірські породи відповідно до лабораторної роботи;
- результати самостійного визначення фізичних властивостей мінералів з навчальних колекцій та їх назви (табл. 5);
- результати самостійного визначення основних характеристик гірських порід з робочих колекцій та їх назви (табл. 11);
- висновки.

Записи в зошиті повинні виконуватися контрастною пастою, з дотриманням полів, пунктуації, вказівкою дати проведення занять. На титульному аркуші вказується: індекс групи і прізвище студента, назва зошита для лабораторних робіт з дисципліни "Загальна геологія".

### Оцінювання лабораторних робіт

*Критеріями оцінювання є:*

- відповідність змісту записів у робочому зошиті вимогам з оформлення і виконання;
- рівень засвоєння навчального матеріалу з теоретичних положень;
- рівень набуття вмінь з визначення породоутворюючих мінералів відповідно до їх властивостей (твердості, спайності, питомої ваги, кольору риси і т.п.) і їх класифікації;
- рівень набуття вмінь щодо визначення мінерального складу, текстурно-структурних особливостей і умов утворення гірських порід (типу порід).

Захист лабораторних робіт відбувається по закінченні виконання кожної лабораторної роботи та (або) під час тижня модульного контролю (8 тиждень) у формі відкритого тесту, що складається з п'яти питань до кожної лабораторної роботи (приклад наведено нижче) і завдання з визначення мінералів (5 зразків з 27 вивчених) та гірських порід (5 зразків з 50 вивчених), обов'язково визнаючи їх назви, вказуючи фізичні властивості для мінералів та структурно-текстурні особливості для гірських порід (табл. 5, 11).

Питання до захисту наведені наприкінці кожної з лабораторних робіт. Правильні відповіді на питання можна знайти у рекомендованих підручниках, використовуючи путівник (табл. 1).

Приклад відкритого тесту для перевірки знань теоретичних положень лабораторної роботи №1:

1. Дати визначення поняттю "мінерали".
2. Чим відрізняються поняття твердість абсолютна і твердість відносна?
3. Назвіть мінерали з класу сульфідів.
4. Які мінерали є ізотропними?
5. Що означає поняття "Спайність?"

Приклад відкритого тесту для перевірки знань теоретичних положень

лабораторної роботи №2:

1. Дати визначення поняттю "Гірські породи".
2. Назвіть основні види структур магматичних порід.
3. До якого типу порід за походженням відноситься мармур?
4. Назвіть основні види текстур метаморфічних гірських порід?
5. За якими ознаками класифікують осадові уламкові породи?

Оцінювання рівня засвоєння навчального матеріалу з кожної лабораторної роботи здійснюється через коефіцієнт засвоєння:

$$K_3 = N/P,$$

де  $N$  – кількість правильно виконаних визначень мінералів або гірських порід та вірних відповідей на запропоновані питання;

$P$  – загальна кількість запропонованих істотних операцій.

Критерії визначення оцінок:

«відмінно» –	$K_3 > 0,9;$
«добре» –	$K_3 = 0,8...0,9;$
«задовільно» –	$K_3 = 0,7...0,8;$
«незадовільно» –	$K_3 < 0,7.$

Відсутність позитивної оцінки, тобто «незадовільно» навіть з одного з критеріїв оцінювання не дає право на отримання оцінки по роботі в цілому.

***Загальна оцінка з лабораторного модуля – середньозважена величина оцінок з лабораторних робіт №№ 1 і 2.***

## **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**



1. Кратенко Л.Я. Загальна геологія: Навчальний посібник. – Д.: Національний гірничий університет, 2007. – 352 с. – Рос. мовою.
2. Паранько І.С., Сіворонов А.О., Мамедов О. Геологія з основами геоморфології. Навчальний посібник. – Кривий Ріг: Мінерал, 2008. – 373 с.
3. Пособие к лабораторным занятиям по общей геологии: Учеб. пособие для вузов / В.Н. Павлинов, А.Е. Михайлов, Д.С. Кизевальтер и др. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1988. – 149 с.

Для більш ретельної підготовки та розширення світогляду студенти можуть використовувати **додаткову літературу** та електронні ресурси:

4. Миловский А.В. Минералогия и петрография: учебник для техникумов. – Изд-е 4-е, перераб. и доп. – М.: Недра, 1979. – 439 с.
5. Геологический словарь в 2-х томах. – М.: Недра, 1978.
6. Неофіційний сайт геологічного факультету Московського державного університету Російської федерації <http://geo.web.ru/>
7. Електронний геологічний словник. Режим доступа: <http://www.cnsnb.ru/AKDIL/0042/default.shtm>