

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ГЕОЛОГОРОЗВІДУВАЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра загальної та структурної геології

ГЕОЛОГІЯ.
МАТЕРІАЛИ МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

для студентів напрямку підготовки 6.050301 Гірництво

Дніпропетровськ
НГУ
2010

Геологія. Матеріали методичного забезпечення для студентів напряму підготовки 6.050301 Гірництво / Л.Я. Кратенко, Н.В. Білан, О.А. Терешкова, І.С. Нікітенко. – Д.: Національний гірничий університет, 2010. – 34 с.

Автори:

Л.Я. Кратенко, канд. геол.-мін. наук, доц. (розділ 1, 2);

Н.В. Білан, канд. геол. наук, доц. (розділ 3);

О.А. Терешкова, асист. (розділ 3);

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

Затверджено до видання методичною комісією напряму підготовки 6.050301 Гірництво (протокол № 4 від 15.04.2010).

Подано методичні рекомендації для всіх видів навчальних занять та самостійної роботи студентів з нормативної дисципліни «Геологія» освітньо-кваліфікаційної програми підготовки фахівців напряму 6.050301 Гірництво.

Розглянуто зміст і навчальні цілі лекційних модулів, детально висвітлена організація самостійної роботи студента. Подано рекомендації до виконання лабораторних робіт.

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

ЗМІСТ

1. Методичні рекомендації для студентів по засвоєнню лекційного модуля..	4
1.1. Зміст і навчальні цілі лекційних модулів.....	4
1.2. Форми проведення лекцій.....	6
1.3. Методичні рекомендації до лекцій.....	6
1.4. Способи контролю.....	7
1.5. Оцінка лекційних модулів.....	9
2. Методичні рекомендації до самостійної роботи.....	9
3. Методичні рекомендації для підготовки і виконання лабораторних робіт.	11
3.1. Цілі лабораторних робіт.....	11
3.2. Організація виконання робіт.....	12
3.3. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи №1 "Вивчення фізичних властивостей основних рудних і породоутворюючих мінералів".....	13
3.3.1. Теоретичні положення.....	13
3.3.2. Завдання і виконання лабораторної роботи.....	19
3.3.3. Питання для підготовки до захисту лабораторної роботи.....	20
3.4. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи №2 "Вивчення основних типів гірських порід".....	24
3.4.1. Теоретичні положення.....	24
3.4.2. Завдання і виконання лабораторної роботи.....	31
3.4.3. Питання для підготовки до захисту лабораторної роботи.....	33
3.5. Вимоги до оформлення лабораторних робіт №№ 1 і 2.....	33
3.6. Оцінка лабораторних робіт.....	34

1. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ СТУДЕНТІВ ПО ЗАСВОЄННЮ ЛЕКЦІЙНОГО МОДУЛЯ

Назва дисципліни "Геологія", носить умовний характер, оскільки вона відображає велику область знань людства. В нашому контексті йдеться про дисципліну "Загальна геологія", яка вивчає загальні відомості про Землю, процеси, що відбуваються всередині планети і на її поверхні, а також вплив діяльності людей на ці процеси.

Необхідність видання методичних рекомендацій викликана прийнятою формою організації навчального процесу у вищих навчальних закладах, орієнтованої в основному на самостійне вивчення студентами навчальних дисциплін в межах кредитно-модульної системи. В цих рекомендаціях даються відповіді на питання, пов'язані з:

- характеристикою навчальної дисципліни "Геологія";
- програмою дисципліни;
- навчальною літературою;
- методикою проведення основних видів занять – лекцій і лабораторних робіт;
- самостійною роботою студентів;
- особливостями проведення контрольних заходів і оцінки знань студентів.

1.1. Зміст і навчальні цілі лекційних модулів

Назва і зміст трьох змістовних модулів, по яких здійснюється поточний контроль знань, представлені у табл. 1.1.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен одержати дві оцінки – по теоретичному (лекційному) модулю і лабораторному.

Навчальна література, що рекомендується

Навчальна література включає десятки найменувань книг, виданих у різні роки для підготовки фахівців різних напрямів. Для напряму "Гірництво" рекомендуються дві навчальні книги:

1. *Кратенко Л.Я.* Загальна геологія. – Д: РВК НГУ, 2003, 2004, 2005. – 184 с.
2. *Ершов В.В., Новиков А.А., Попова Г.Б.* Основы геологии. – М.: Недра, 1986. – 310 с.

Обмежене число найменувань підручників обумовлено тим, що саме рекомендовані видання найбільшою мірою відповідають програмі напряму "Гірництво" і в бібліотеці Національного гірничого університету їх найбільша кількість.

Окрім рекомендованої літератури можуть бути використані і інші видання, що є в бібліотеці університету, такі як:

1. Павлинов В.Н., Кизевальтер Д.С., Лин Н.Г. Основы геологии. – М.: Недра, 1991. – 544 с.
2. Кратенко Л.Я. Основы геологии (текст лекций). – Д: НГАУ, 1999, 2007. – 95 с.
3. Пособие к лабораторным занятиям по общей геологии / В.Н. Павлинов, А.Е. Михайлов, Д.С. Кизевальтер и др. – М.: Недра, 1993. – 160 с.

Таблиця 1.1

Зміст дисципліни та розподіл часу за видами занять

Модулі	Компетенції (з використанням матеріалу модуля студент повинен уміти)	Змістовні модулі	Розподіл часу		
			аудиторний	самостійна робота	загальний
№1	<p>Пояснювати фізичну суть геологічних об'єктів і процесів.</p> <p>Розрізняти умови залягання гірських порід.</p> <p>Читати геологічні карти і розрізи із застосуванням отриманих знань.</p> <p>У природних умовах розрізняти результати прояву ендегенних і екзогенних процесів.</p>	Лекції – 1 семестр, I чверть (1...8 тижні). Аудиторні – 2 години на тиждень			
		1. Вступна лекція. Наука геологія, її задачі та методи.	2	29	45
		2. Зовнішня і внутрішня будова планети.	2		
		3. Земна кора, її хімічний, мінеральний і петрографічний склад. Геологічне літочислення.	2		
		4. Ендегенні геологічні процеси. Тектонічні рухи земної кори.	2		
		5. Процеси магматизму і метаморфізму.	2		
		6. Вивітрювання гірських порід. Геологічна діяльність морів, озер і боліт. Геологічна робота текучих поверхневих і підземних вод, діяльність вітру і льодовиків.	2		
		7. Поняття про діагенез, фації, фаціальний аналіз, техногенез.	2		
		Модульний контроль лекційного матеріалу: 8 тиждень	2		
		Разом:	16		
№2	<p>Розрізняти основні породоутворюючі і рудні мінерали.</p> <p>Визначати фізичні властивості мінералів – блиск, колір, колір риси, прозорість, твердість за шкалою відносної твердості Мооса, злам, спайність, прозорість, особливі властивості.</p> <p>Визначати основні різновиди гірських порід, групи порід за походженням і умови їх утворення.</p> <p>Розпізнавати структури і текстури гірських порід.</p>	Лабораторні заняття – 1 семестр, I чверть (1...8 тижні). Аудиторні – 2 години на тиждень			
		1. Фізичні властивості мінералів.	2	29	45
		2. Самородні елементи і сульфіди.	2		
		3. Вивчення оксидів, галоїдів, карбонатів, сульфатів.	2		
		4. Силікати і алюмосилікати.	2		
		5. Типи порід. Поняття про структури і текстури гірських порід. Магматичні гірські породи.	2		
		6. Осадкові гірські породи	2		
		7. Метаморфічні гірські породи	2		
		Модульний контроль – захист лабораторного модуля за розкладом занять: 8 тиждень	2		
		Разом:	16		
Разом з дисципліни			32		
Частка навантаження				0,63	

Навчальні цілі модулів

Навчальні цілі лекційних модулів співпадають з метою всієї дисципліни, яка, у свою чергу, формулюється з урахуванням ролі геологічних знань у справі підготовки фахівців і підвищення їх загальноосвітнього рівня.

Геологія вивчає природне середовище, в якому здійснюється гірничотехнічна діяльність. Одержана при цьому інформація характеризує будову родовищ, фізико-механічні властивості гірських порід, температурні умови на глибині, газоносність, обводненість, особливості залягання, якість корисних копалин і багато інших геологічних параметрів. Ця інформація необхідна для проектування гірничо-видобувного устаткування шахт, копалень, кар'єрів і розрахунку всіх технологічних операцій під час ведення гірничих робіт. Головні дисципліни гірничого напрямку, такі як "Механіка гірських порід", "Основи гірничого виробництва", "Основи екології", "Технологія розробки родовищ корисних копалин", "Руйнування гірських порід", "Основи проектування гірничих робіт", "Спорудження гірничих виробок" – всі вони використовують геологічну інформацію як основу для своїх розрахунків.

Знання основ геології необхідне також під час створення умов безпечного ведення гірничих робіт, будівництві гірничодобувних підприємств, рішенні екологічних проблем, пов'язаних з розробкою корисних копалин. Відомо також наскільки велике загальноосвітнє значення геологічних знань.

У цілому, в результаті вивчення лекційних модулів студенти повинні:

- розуміти роль і значення геологічних знань, фізичну сутність геологічних об'єктів і процесів, уміти користуватися геологічною інформацією;
- мати уявлення про основні мінерали і гірські породи, що складають земну кору, а також умови їх залягання.

1.2. Форми проведення лекцій

Лекційні заняття (14 годин) складають лише 30% від часу, відведеного на засвоєння лекційних модулів (45 годин). Таке співвідношення визначає форму проведення лекцій. Перша лекція – вступна, а інші шість – оглядові.

На вступній лекції студентів ознайомлять з областю геологічних знань, дисципліною, методикою її освоєння, інформаційним забезпеченням цього процесу.

На оглядових лекціях головна увага приділяється поясненню фізичної сутності основних геологічних об'єктів і процесів, їх взаємообумовленості. Мета таких лекцій – сформулювати системність і, відповідно, міцність знань.

1.3. Методичні рекомендації до лекцій

Основна задача студента на лекції – вчитися мислити і розуміти те, про що говорить або що демонструє лектор.

Конспектування лекцій. Студент зобов'язаний вести конспект. Це сприяє запам'ятовуванню навчального матеріалу, оскільки в процесі його сприйняття

бере участь слухова, зорова і моторна пам'ять. І все це повинно відбуватися при дотриманні головної умови – розуміння інформації, що поступає. Механічні записи лише відволікають увагу.

Необхідно пам'ятати, що основне в лекції – положення, висновки, логічні побудови. Саме ці елементи навчального матеріалу повинні бути метою конспектування.

Конспект краще вести в окремому зошиті обсягом близько 24 аркушів, крупним почерком, з полями, відділяючи теми і розділи. Необхідно використовувати скорочення позначення загальноживаних слів або умовні знаки для них. Важливо добиватися того, щоб процес конспектування став цікавою роботою, а сам конспект мав охайний вигляд.

Засвоєння матеріалу попередніх лекцій. Для цього необхідно періодично повертатися до матеріалу попередніх лекцій. Кожне подальше повернення потребує менших зусиль. З часом достатньо буде лише прочитати назву теми, щоб представити сутність матеріалу, що відноситься до неї. Такий спосіб закріплення матеріалу найбільш ефективний.

Підготовка до вивчення нових тем. Така підготовка забезпечить належний рівень сприйняття нового матеріалу і його конспектування.

1.4. Способи контролю

У період залікового тижня (8 тижнів занять) в результаті контрольних заходів студент повинен одержати екзаменаційну оцінку – з лекційного модуля.

Здійснити це можна за результатами поточного контролю або шляхом здачі лекційної контрольної модульної роботи.

Поточний контроль проводиться після вивчення кожного з трьох змістовних модулів (блоків), відповідно на третьому, шостому і восьмому тижнях. Місце і час проведення контролю – лекційні або лабораторні заняття. Кожний студент одержує свій варіант (табл. 1.2) контрольного завдання у формі двох видів тестів: 10 закритих тестів і 5 відкритих. В кожному закритому тесті необхідно з 4-х запропонованих варіантів відповідей вибрати тільки один – правильний, а на питання відкритих тестів дати відповіді у вигляді коротких формулювань. Наприклад – питання: якими методами встановлюють абсолютний вік гірських порід? Відповідь: радіологічними, по періоду напіврозпаду радіоактивних ізотопів урану, стронцію, калію і інших елементів.

Все завдання виконується на аркуші зошита, де указуються дата, номер змістовного модуля (M1, M2 або M3), індекс групи і прізвище студента, номер варіанту завдання (B1, B2 ...), вказаного на виданому листі.

Відповіддю на закритий тест є зазначення порядкового номера одного з 4-х варіантів відповідей. Цей номер ставиться в дужках біля кожного з 10 номерів тестів. Все це записується у вигляді одного рядка. Наприклад:

1(2); 2(3); 3(3); 4(1); 5(3); 6(1); 7(4); 8(2); 9(1); 10(4).

На відкриті тести відповіді розміщуються нижче. Зазначається номер тесту і поряд дається відповідь.

На виконання всього завдання з поточного контролю студентам надається 10 хвилин.

Приклад контрольних тестів з "Геології". Модуль 1 – Загальні відомості про Землю

1	До геохімічного напрямку відноситься	1. Гідрогеологія 2. Геотектоніка 3. Мінералогія 4. Стратиграфія
2	Середній радіус Землі, км	1. 6371 2. 5356 3. 4348 4. 3270
3	Сейсмічні хвилі, що проходять через рідини і гази	1. Поперечні 2. Подовжні 3. Поверхневі 4. Усі види хвиль
4	Астеносфера розташовується усередині	1. Атмосфери 2. Літосфери 3. Верхньої мантії 4. Ядра Землі
5	У повітрі в найбільшій кількості міститься	1. Водень 2. Кисень 3. Азот 4. Волога
6	Найбільша щільність порід в шарі земної кори	1. Базальтовому 2. Гранітному 3. Осадovому 4. Середньому
7	Основний метод вивчення внутрішньої будови Землі	1. Гравіметричний 2. Радіометричний 3. Магнітометричний 4. Сейсмічний
8	Пояс постійних температур розташовується на глибинах від 0 до ..., м	1. 0-50 2. 0-75 3. 0-100 4. 0-150
9	Найбільший кларк в земній корі має	1. Si 2. Al 3. Fe 4. O
10	Який з методів визначення віку порід не є радіологічним	1. Вуглецевий 2. Водневий 3. Уран-свинцевий 4. Калій-аргоновий

1. Основні наукові напрями в геології –
2. Основні шари, з яких складається земна кора материків –
3. Поняття "Фізичні поля Землі" –
4. Геотермічний градієнт –
5. Поняття "Геосинкліналь" –

Лекційна контрольна модульна робота проводиться за тією ж технологією. Але відповіді студенту необхідно на 30 закритих тестів і 15 відкритих, повністю дублюючих питання завдань з трьох поточних модулів. На виконання всього завдання дається 40 хвилин.

1.5. Оцінка лекційних модулів

Оцінка виконання завдань поточного і кінцевого контролів проводиться за традиційною чотирибальною шкалою – 2, 3, 4, 5.

Поточний контроль. Оцінка визначається як середньоарифметична величина двох оцінок – за закритими і відкритими тестами. При цьому кожне питання закритого тесту оцінюється у 0,5 бали, а відкритого в 1 бал. В результаті оцінка кожного з тестів може бути в межах від 0 до 5. Кількість правильних відповідей на відкриті тести визначається шляхом порівняння їх з визначеннями і формулюваннями в підручниках, що рекомендуються.

Модульний контроль. Згідно першому способу оцінка теоретичного модуля виводиться як середньоарифметична величина оцінок трьох поточних контролів, кожний з яких не повинен бути менше 3-х балів.

Згідно другого способу середньоарифметична оцінка теоретичного модуля також розраховується за трьома показниками – оцінками з трьох змістовних модулів, одержаних безпосередньо на іспиті.

З метою отримання вищого балу з теоретичного модуля студенти, атестовані за результатами трьох поточних модулів, можуть взяти участь і в екзаменаційному контролі. Якщо спроба виявиться невдалою, їх раніше одержана атестація залишається без змін.

2. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Завдання на самостійну роботу викладач видає в кінці кожної лекції. Завдання повинні виконуватися своєчасно і це є головною умовою самостійної роботи.

Нагадаємо, що перед кожним новим заняттям, за допомогою робочої програми дисципліни "Геологія" (табл. 1) необхідно з'ясувати зміст майбутньої лекції і ознайомитися з нею, а також повторити матеріал попередніх лекцій. Така робота може бути ефективною тільки в тому випадку, якщо студент знає і розуміє загальний зміст програми дисципліни і її структуру. Звідси головна рекомендація – добитися такого знання і розуміння необхідно з першого ж дня занять. Для цього слід:

- детально ознайомитися з ввідними і загальними частинами підручників;
- за допомогою предметного покажчика з'ясувати значення незрозумілих термінів і визначень;
- вивчити програму дисципліни, порівнюючи її зі змістом підручників.

У організації самостійної роботи, особливо під час підготовки модульних контрольних робіт, може допомогти путівник по підручниках, що рекомендується (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Путівник по підручниках "Загальна геологія" (авт. Кратенко Л.Я.)
і "Основы геологии" (авт. Ершов В.В. и др.)

Назва лекцій- них змістовних модулів	Зміст лекційних модулів	Сторінки у навчальних ви- даннях, від... до...	
		Загальна геологія (авт. Кратенко Л.Я.)	Основы ге- ології (авт. Ер- шов В.В. и др.)
Загальні відомості про Землю	Геологія, її задачі і методи.	8-15	5-8
	Форма, рельєф, будова Землі і земної кори, фізичні поля планети.	20-53	17-49
	Хімічний, мінеральний і породний склад Землі і земної кори.	54-84	50-90
	Вік гірських порід. Геохронологія.	85-90	90-98
Ендогенні геологічні процеси	Сутність і умови виникнення процесів.	91-96	99-101
	Рухи земної кори і внутрішньокорові.		
	Складки і розриви у гірських породах.	97-115	105-116
	Магматичні процеси.	120-124	131-156
	Процеси метаморфізму гірських порід.	124-128	156-168
Екзогенні геологічні процеси	Форми та умови залягання гірських по- рід. Поняття про геологічні карти.	115-119	107-117 286-291
	Сутність процесів та їх основних стадій.	129-130	169-170
	Процеси вивітрювання (руйнування) гірських порід.	130-136	170-183
	Геологічна діяльність вітру, поверхне- вих і підземних вод, льоду, морів, озер, боліт та сил гравітації.	136-163	184-214
	Діагенез мінеральних осадів (осадове породоутворення).	164-169	215-241
Техногенні зміни навколишнього сере- довища і геологічних процесів.	169-176	295-308	
Природокористування.			

3. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ І ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Лабораторна робота – це форма навчального заняття, на якому студент під керівництвом викладача самостійно проводить вимірювання або експерименти з метою підтвердження окремих теоретичних положень дисципліни.

Тематика лабораторних робіт визначена робочою програмою дисципліни "Геологія". Ці роботи складають лабораторний модуль, який складається з двох робіт:

- лабораторна робота №1 – вивчення найпоширеніших рудних і породоутворюючих мінералів, що відносяться до різних класів – самородних елементів, сульфідів, сульфатів, оксидів, карбонатів, галоїдів, силікатів – всього 24 найменування мінералів;

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

Без знання найпоширеніших гірських порід земної кори і їх властивостей неможливе вивчення всіх геологічних і гірничотехнічних дисциплін. Цим визначається актуальність лабораторної роботи з вивчення гірських порід. В свою чергу вивчення порід можна проводити тільки на основі знань основних видів мінералів, з яких складаються гірські породи. Цим визначається необхідність виконання першої лабораторної роботи – з вивченням найпоширеніших мінералів.

Перша лабораторна робота виконується протягом перших чотирьох щотижневих занять, а друга лабораторна робота – 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 НГУ.

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

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

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.

3.1. Цілі лабораторних робіт

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

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

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.

3.2. Організація виконання робіт

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

Кількість студентів на одного викладача не повинна перевищувати 15.

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.

Студент під час проведення лабораторних робіт зобов'язаний:

- беззаперечно дотримуватися правил охорони праці;
- познайомитися завчасно із змістом майбутнього етапу лабораторної роботи;
- виконати лабораторне завдання відповідно до певної методики;
- скласти звіт про виконання лабораторної роботи або її етапу;
- захистити результати лабораторних робіт;
- одержати оцінки по лабораторних роботах.

Викладач зобов'язаний:

- провести інструктаж з техніки безпеки;
- керувати проведенням лабораторних робіт;
- здійснювати поточний контроль засвоєння студентами методичних рекомендацій;
- забезпечити дотримання правил безпечного ведення робіт;
- скласти і дотримуватися графіку консультацій;
- оцінити навчальну діяльність студентів.

Завідувач кафедри зобов'язаний:

- організувати методичне, інформаційне і матеріально-технічне забезпечення лабораторних занять відповідно до вимог правил безпеки;
- контролювати виконання графіка консультацій викладачами кафедри;
- вирішувати спірні питання, які можуть виникнути між викладачем і студентами.

3.3. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи №1 "Вивчення фізичних властивостей основних рудних і породоутворюючих мінералів"

Перед вивченням мінералів по зразках у колекціях, необхідно по підручниках детально ознайомитися із загальними відомостями про мінерали, їх походження, склад, поширеність, класифікацію. Такі теоретичні відомості в скороченому вигляді представлені і у нижче наведених методичних рекомендаціях.

3.3.1. Теоретичні положення

Загальні відомості про мінерали і їх внутрішню будову

Мінерали – це речовини з більш менш постійним хімічним складом і внутрішньою будовою, утворені в результаті різних геологічних процесів. Наприклад SiO_2 – кварц, NaCl – галіт, CaCO_3 – кальцит.

Відомо близько 2200 основних мінеральних видів, а з різновидами їх близько 4000.

Земна кора, всі гірські породи, з яких вона складена, корисні копалини – всі вони складаються з мінералів.

Більшість мінералів знаходиться у вигляді дрібних і найдрібніших зерен, утворюючи зернисту структуру магматичних, осадових і метаморфічних гірських порід.

Широко поширених мінералів близько 450 видів. Інші зустрічаються рідко.

До складу більшості мінералів (близько 1500 видів) входить кисень. Пояснюється це тим, що кисень в земній корі складає близько 50% її маси.

Більшість мінералів – це кристалічні речовини, для яких властиве суворо впорядковане взаємне розташування атомів і молекул (рис. 3.1.)

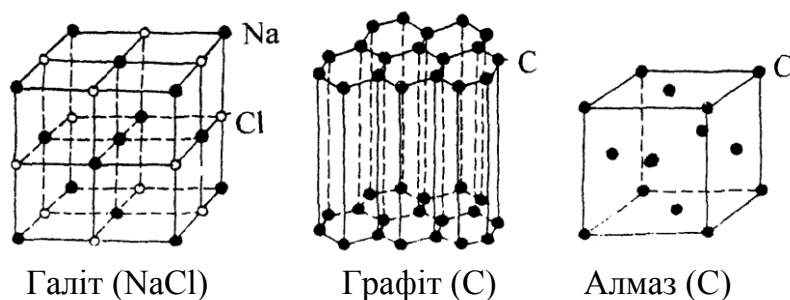


Рис. 3.1. Кристалічні решітки деяких мінералів

Така внутрішня структура мінералів (їх кристалічні решітки) 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 утво-

рюються, відображатиме особливості кристалічних решіток. Так, кубічна форма кристалічної решітки галіту (кам'яної солі) визначає і кубічну форму його кристалів, а шарувата будова решітка графіту, слюди, тальку визначає лускову і листувату форму кристалів цих мінералів.

Якщо мінерал в процесі зростання заповнює викривлений простір між раніше утвореними мінеральними зернами, то він відповідно набуває і неправильну форму цього простору, зберігаючи при цьому кристалічну внутрішню будову. З таких мінералів складається більшість гірських порід.

Своєрідність структур кристалічних решіток у різних мінералів визначає велику різноманітність форм природних кристалів. Поверхня кристалів обмежена площинами – гранями, лінії перетинання площин – ребра. Точки перетину ребер утворюють вершини.

У загальному вигляді форми кристалів можуть бути охарактеризовані наступними визначеннями (рис. 3.2.):

- витягнуті в одному напрямі (призматичні, стовпчасті, голчасті, волокнисті);
- витягнуті у двох напрямках (таблитчасті, пластинчасті, листуваті, лускові);
- однаково розвинені в основних трьох напрямках (ізометричні у вигляді куба, октаедра і ін.);
- двійники, трійники і ін. – закономірні зростки кристалів.

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

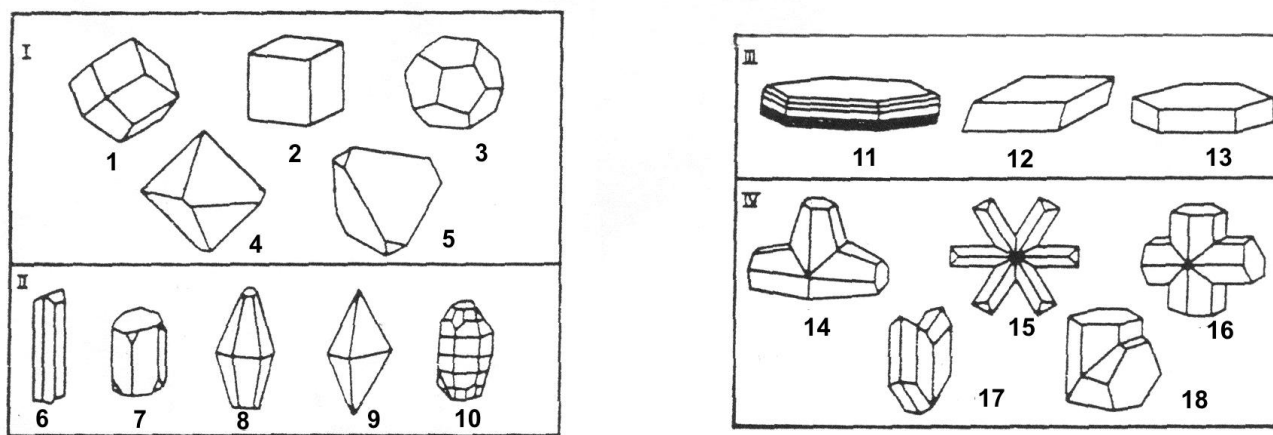


Рис. 3.2. Деякі кристалічні форми мінералів і типи їх будови: I – ізометричні кристали: 1 – ромбічний додекаедр (гранат), 2 – кубічний (галеніт), 3 – пентагондодекаедр (пірит), 4 – октаедр (алмаз), 5 – тетраедр (сфалерит); II – кристали, видовжені в одному напрямку: 6 – стовпчастий (барит), 7 – короткостовпчастий (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 – двійник гіпсу, 18 – двійник кальциту.

Головна особливість полягає в тому, що будова кристалічних решіток мінералів, тип і міцність зв'язку між її атомами визначають фізичні параметри і властивості мінералів – їх колір, твердість, ступінь прозорості, електропровідність і т.д. 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 решітках будуть різними. Така властивість кристалічних речовин називається *анізотропією*. Таким чином, всі кристалічні мінерали – анізотропні тіла.

Будова кристалічних решіток залежить як від хімічного складу мінералу, так і від умов, в яких він утворився. В першу чергу від температури і тиску. Тому решітки графіту, алмазу і багатьох інших мінералів з однаковим хімічним складом різні. Таке явище називається *поліморфізмом*. Наприклад, кварц (SiO_2) може кристалізуватися за різних температур. Відповідно розрізняють низькотемпературний ($<575^\circ\text{C}$) і високотемпературний ($575-870^\circ\text{C}$) кварц, тридіміт ($870-1470^\circ\text{C}$) і кристобаліт ($1470-1710^\circ\text{C}$). А в метеоритних кратерах знаходять стішовіт, що має той же хімічний склад (SiO_2), але велику щільність ($4,35 \text{ г/см}^3$).

Є мінерали, що мають не кристалічну, а аморфну – нерегульовану внутрішню будову. Молекули в них розташовуються по відношенню один до одного безладно. Фізичні параметри у таких мінералів однакові на всіх напрямках – вони *ізотропні* (грец. "ізо" – однаковий, "тропос" – властивість). Прикладом аморфної речовини є природне і штучне скло, опал.

Утворення мінералів і форми знаходження їх в 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 осадах мінеральними масами, що виділяються з циркулюючих через пустоти підземних вод (процеси діагенезу).

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

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

Землисті 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 представлені вапняними, залізистими, марганцевими сполуками.

Менш поширеними мінеральними утвореннями є окремі кристали, друзи, секретії, конкреції, натічні форми, дендрити (рис. 3.3).

Друзи – це зростки різноорієнтованих кристалів.

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

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.

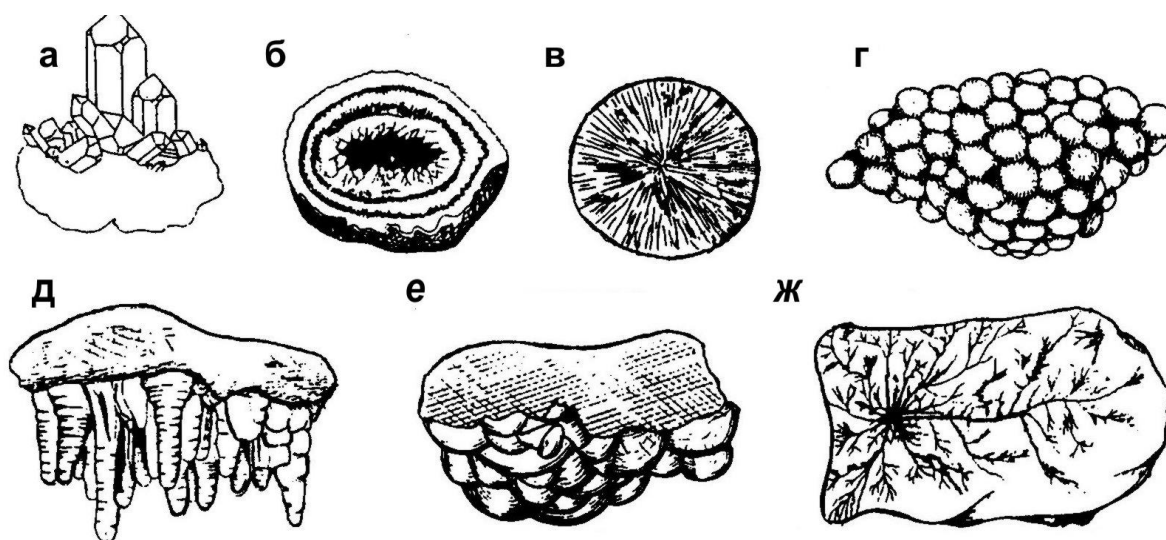


Рис. 3.3. Деякі форми знаходження мінералів у природі: а – друзи, б – секретія, в – конкреція, г – ооліти, д – сталактити, е – натічна брунькоподібна, ж – дендрити

Фізичні властивості мінералів

До фізичних властивостей мінералів відносять: форму і розмір їх кристалів, зерен та інших утворень; блиск, колір, колір rischi (порошку), прозорість, спайність, злам, твердість, щільність (питома вага), а також особливі властивості.

Блиск. 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.

Колір. Деякі мінерали мають певний колір і легко упізнаються за ним. Інші можуть бути різнозбарвленими через домішки, що входять до складу мінералів, і особливостей будови їх кристалічних решіток. Для характеристики забарвлення мінералів 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. Строкате або веселкове забарвлення поверхневого шару мінералу називається мінливістю (рос. "побежалость"). Так, жовто-оранжева строката мінливість характерна для халькопіриту.

Синювато-голубе глибинне свічення в окремих кристалах прозорих і напівпрозорих мінералів називається іризацією, вона характерна для лабрадориту.

Колір rischi мінералу або його порошку. Riskу мінерал залишає на поверхні твердіших тіл, як крейда на дошці. Колір rischi є більш постійною ознакою, ніж забарвлення мінералу. Так за чорною рисою легко впізнати латунно-жовтий пірит, а за вишнево-бурою – буро-червоний 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. Це властивість кристалів розколюватися на уламки, в яких спостерігаються рівні блискучі поверхні. Природно, що такі поверхні відповідають тим напрямкам в кристалічній решітці, де зв'язки між її атомами якнайменше міцні. 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. При цьому за ступенем досконалості спайність може бути:

- достатньо досконала – як у слюди і гіпсу;
- досконала – як у галіту, кальциту, галеніту;
- середня – на поверхні розколу спостерігаються як рівні, так і нерівні поверхні – як в ортоклазу, рогової обманки;
- недосконала – на поверхні розколу рівні ділянки рідкісні;
- вельми недосконала – практично немає спайності, поверхні розколу нерівні – як у кварцу.

Злам. Це форма поверхні мінералу, якщо розкол його проходить не по спайності. Так раковистий злам з гостроріжучими краями у скла, кременя, фарфору, кварцу; волокнистий у азбесту, скалкуватий у рогової обманки, земліс-

тий злам у дрібноагрегатних мінеральних мас, складених каолінітом, піролузитом, лимонітом.

Твердість. Це механічна стійкість мінералу під час дряпанні його поверхні. Використовується десятибальна "шкала відносної твердості", запропонована німецьким мінералогом Моосом (табл. 3.1.).

Таблиця 3.1

Шкала відносної твердості мінералів (шкала Мооса)

Твердість мінералу	Мінерали шкали	Твердість замітника	Замінник мінеральної шкали Мооса	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

Кожний мінерал в цій шкалі має твердість, на одиницю більше попереднього, оскільки дряпає його. Визначити відносну твердість мінералу означає порівняти його з еталонами. На практиці використовують замітники еталонних мінералів – 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.

У техніці використовуються показники абсолютної твердості, яку визначають за допомогою приладів – твердомірів різної конструкції.

У табл. 3.1. для порівняння наведені значення абсолютної твердості мінералів шкали Мооса.

Щільність (питома вага). Прийнято поділяти мінерали на три вагові категорії – *легку* (до 2,5 г/см³), *середню* (від 2,5 до 4 г/см³) і *важку* (більше 4 г/см³).

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 пухирі вуглекислого газу. Використовується 10%-ий розчин HCl .

- горючість, електропровідність, радіоактивність та ін.

Класифікація і характеристика матеріалів, що вивчаються

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

1. *Самородні елементи* – графіт (C), сірка (S).
2. *Сульфід* (сполуки металів з сіркою) – пірит (FeS₂), халькопірит (CuFeS₂), галеніт (PbS), сфалерит (ZnS), кіновар (HgS).
3. *Галоїди* (сполуки металів з Cl, F, Br, I) – галіт (NaCl).
4. *Оксиди і гідрооксиди* – кварц (SiO₂), магнетит (Fe₃O₄), гематит (Fe₂O₃), лимоніт (Fe₂O₃ · nH₂O), піролюзит (MnO₂).
5. *Карбонати* (солі вугільної кислоти) – кальцит (CaCO₃).
6. *Сульфати* (солі сірчаної кислоти) – гіпс (CaSO₄ · 2H₂O).
7. *Силікати* – гранат, рогова обманка, біотит, мусковіт, серпентин, каолініт, тальк, лабрадор, ортоклаз.

Силікати, що складають 75% маси земної кори, найскладніші за хімічним складом і структурою мінерали. 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, H₂O і ін. Із загального числа найменувань мінералів Землі на частку силікатів припадає 34%.

Основа всіх силікатів – комплексні аніони у вигляді кремнекисневих тетраедрів [SiO₄]₄. Складність хімічного складу силікатів обумовлена тим, що в 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. 3.2.

3.3.2. Завдання і виконання лабораторної роботи

Завдання на лабораторну роботу відповідає формату "дано, визначити і виконати".

Дано:

- загальні відомості про мінерали і їх властивості;
- класифікація і характеристика фізичних властивостей мінералів, що вивчаються;
- колекції зразків мінералів, що вивчаються, без вказівки їх назв;
- приладдя для визначення твердості і деяких особливих властивостей мінералів (скло, фарфор, еталонні мінерали, магніти, розчин соляної кислоти);
- експонати мінералів у геологічному музеї НГУ.

Визначити:

- основні фізичні параметри деяких зразків з колекцій і розмістити їх у таблиці (табл. 3.3.)

Виконати:

- порівняння встановлених параметрів деяких зразків з даними табл. 3.2. і визначити назви цих мінералів у колекціях за їх діагностичними ознаками. Заповнити останню графу у табл. 3.3;
- ознайомлення з рештою мінералів, використовуючи дані таблиці 3.2;
- оформити виконану роботу в зошиті.

Зразок таблиці 3.3.

Характеристики зразків мінералів з робочих колекцій

№ п.п.	Блиск	Колір	Риска	Твердість	Спайність, злам	Діагностичні ознаки	Назва, формула, клас

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

3.3.3. Питання для підготовки до захисту лабораторної роботи

Під час захисту лабораторної роботи необхідно знати:

- визначення поняття "мінерали", особливості внутрішньої будови мінералів (кристалічне і аморфне), утворення мінералів, форми знаходження їх в природі, які мінерали є ізотропними або анізотропними;
- фізичні властивості мінералів – блиск, колір, колір риски, твердість, шкала відносної твердості Мооса, злам, спайність, питома вага, особливі властивості;
- хімічну класифікацію вивчених мінералів;
- методику проведення і мету лабораторної роботи.

Як джерело інформації під час підготовки до захисту слід використовувати рекомендовані підручники і дані методичні рекомендації.

Таблиця 3.2

Характеристика найважливіших породоутворюючих та рудних мінералів

№	Назва і склад	Блиск; колір	Риска	Спайність	Твердість	Форми знаходження	Діагностичні ознаки	Де і як використовується
1	Графіт С	Напівметалевий; чорний	Чорна, темно-сіра	Не помітна	1	Дрібнолускуваті агрегати та вкраплення	Жирний на дотик, твердість, риска	Електротехнічна промисловість
2	Сірка S	Жирний, скляний; жовтий	Ясно-жовта	Відсутня	1,5	Кристалічні агрегати і вкраплення	Жовтий колір, риска, крихкість	Хімічна промисловість, медицина
3	Галеніт PbS	Металевий; свинцево-сірий	Темно-сіра	Досконала	2,5-3	Кристалічні агрегати і вкраплення	Схожий на свинець, спайність по кубу, важкий	Руда на свинець
4	Пірит FeS ₂	Металевий; латунно-жовтий	Чорна	Відсутня	6-6,5	Кристалічні агрегати і вкраплення	Колір, блиск, риска, висока твердість	Не використовується
5	Сфалерит ZnS	Алмазний; темно-коричневий	Ясно-бура	Досконала	4	Кристалічні агрегати і вкраплення	Алмазний блиск, риска, спайність у 6-ти напрямках	Цинкова руда
6	Халькопірит CuFeS ₂	Металевий; латунно-жовтий з мінливістю	Чорна, зеленувата	Відсутня	4	Кристалічні агрегати і вкраплення	На відміну від піриту не дряпає скло, мінливість	Мідна руда
7	Кіновар HgS	Алмазний; яскраво-червоний	Червона	Не помітна	2-2,5	Вкраплення, кристалічні агрегати	Червоний колір, низька твердість	Руда на ртуть
8	Галіт NaCl	Скляний; білий, безбарвний	Біла	Досконала	2	Кристалічні агрегати	Солоний смак, низька твердість, спайність по кубу	Харчова та хімічна промисловість

Продовження таблиці 3.2

№	Назва і склад	Блиск; Колір	Риска	Спайність	Твердість	Форми знаходження	Діагностичні ознаки	Де і як використовується
9	Гіпс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Скляний; білий безбарвний	Біла	Досконала	2	Кристалічні агрегати, кристали	Дряпається нігтем, спайність в одному напрямку	Будівельна галузь, медицина
10	Кальцит CaCO_3	Скляний; білий безбарвний	Біла	Досконала	3	Кристалічні агрегати, кристали	Скипає з HCl , спайність по ромбоєдру	Будівельна галузь, металургія
11	Гематит Fe_2O_3	Напівметалевий; буро-червоний	Вишнево-червона	Відсутня	Від 1 до 5	Кристалічні агрегати і вкраплення	Вишнево-червона риска, важкий	Залізна руда
12	Магнетит FeFe_2O_4	Напівметалевий; чорний	Чорна	Відсутня	6	Кристалічні агрегати, кристали	Магнітність, чорна риска, твердість	Залізна руда
13	Лимоніт $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	Матовий; від іржаво-бурого до темно-бурого	Бура і іржаво-бура	Відсутня	Від 1 до 5	Землисті агрегати, ооліти, плівки	Колір, іржаво-бура риска	Залізна руда
14	Піролюзит MnO_2	Матовий; чорний	Оксамитово-чорна	Відсутня	Від 1 до 5	Прихованокристалічні агрегати	Колір, риска, низька твердість	Марганцева руда
15	Кварц SiO_2	Скляний; білий безбарвний	Відсутня	Відсутня	7	Кристалічні агрегати, кристали, зерна	Висока твердість, відсутність спайності, колір	Виробництво скла
16	Гранат	Скляний; буро-червоний	Відсутня	Відсутня	7-7,5	Кристалічні агрегати, кристали	Червоний і буро-червоний колір, висока твердість	Абразивні матеріали
17	Рогова обманка	Скляний; темно-зелений	Зеленувато-сіра	Середня	5,5-6	Кристалічні агрегати, кристали	Колір, риска, призматична форма кристалів	Не використовується

Продовження таблиці 3.2

№	Назва і склад	Блиск; Колір	Риска	Спайність	Твердість	Форми знаходження	Діагностичні ознаки	Де і як використовується
18	Біотит (чорна слюда)	Перламутровий; чорний	Біла, сіра	Достатньо досконала	2,5	Лускуваті агрегати	Колір, спайність, листувата форма кристалів	Термостійкий ізоляційний матеріал
19	Мусковіт (біла слюда)	Перламутровий; безбарвний	Біла	Достатньо досконала	2,5	Лускуваті агрегати і включення	Колір, спайність, листувата форма кристалів	Ізоляційний матеріал
20	Серпентин	Жирний воско- вий; зеленкува- тий	Біла	Не помітна	3-4	Прихованокриста- лічні, іноді волок- нисті (азбест) агрегати	Плямисте забар- влення, жирний блиск, присут- ність азбесту	Вогнетривкі матеріали, виробне каміння
21	Каолініт (біла глина)	Матовий; білий	Біла	Не помітна	1	Землисті маси	Розмокає у воді	Фарфоро-фаянсова промисловість
22	Тальк	Жирний; білий, сірий	Біла	Не помітна	1	Прихованокриста- лічні агрегати	Колір, твердість, жирний на дотик	Вогнетривкі та матеріали
23	Лабрадор	Скляний; темно-сірий з іризацією	Біла	Досконала	6	Кристалічні агрегати, кристали	Колір, іризація, твердість, спай- ність у двох на- прямках	Облицювальний камінь
24	Ортоклаз	Скляний; від білого до світ- ло-червоного	Біла	Досконала	6	Кристалічні агрегати, кристали	Колір, твердість, спайність у двох напрямках	Керамічна сировина

3.4. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи №2 "Вивчення основних типів гірських порід"

Вивчення порід необхідно розпочати із знайомства з основними теоретичними положеннями, використовуючи для цього рекомендовані підручники і дані методичні рекомендації.

3.4.1. Теоретичні положення

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.

Вивчення гірських порід має велике практичне і наукове значення, оскільки вони вміщують різноманітні корисні копалини. А багато порід і самі є корисними копалинами (граніт, солі, глини, вугілля і т.п.).

Вивчаються гірські породи у польових умовах і в лабораторіях – хімічними, петрографічними, радіологічними, інженерно-геологічними методами.

Умови утворення породи знаходять відображення не тільки в її речовинному складі і формі залягання, але і в інших – особливих ознаках – структурі і текстурі.

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.

Магматичні, осадові і метаморфічні породи мають свої, характерні для них структури і текстури, за якими також можна розпізнавати ці породи у польових умовах.

Таким чином, основними діагностичними ознаками під час вивчення порід є їх структурні, текстурні особливості і речовинний склад.

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. Відповідно утворюються глибинні – *інтрузивні* або плутонічні – гірські породи і породи, що вилилися – *ефузивні* або вулканічні.

Інтрузивні і ефузивні породи легко розпізнаються за структурою і текстурою.

Інтрузивні породи мають *повнокристалічну* – крупно-, середньо- або дрібнозернисту структуру з розміром мінеральних зерен відповідно: 5-10, 2-5 і 0,5-2 мм. Розрізняють також гігантозернисту структуру (більше 10 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 порід масивна, нерідко пориста.

Такі особливості структур інтрузивних і ефузивних порід обумовлені різними термодинамічними умовами їх утворення. Усередині Землі процес охолодження магми був дуже повільним і тому вся вона встигала розкристалізуватися. Тоді як швидке охолодження магми в умовах поверхні перетворювало її на *прихованокристалічну, склувату* або шлакоподібну масу ефузивних порід. Пориста текстура цих порід утворена бурхливим виділенням газів з магми під час її зміни.

Іншою важливою особливістю магматичних порід є *хімічний склад магми*, з якої вони утворилися. Якщо в магмі міститься багато кременевої кислоти – SiO_2 , то породи, що утворюються з неї, мають світле, біло-рожеве забарвлення, обумовлене світлими мінералами, – кварцом і польовими шпатами, переважно ортоклазом. При малому вмісті SiO_2 його вистачає тільки на утворення важких темнокольорових мінералів – біотиту, амфіболів (рогова обманка), піроксенів. Забарвлення таких порід темно-сіре до чорного.

Відповідно до діючого "Петрографічного кодексу України" (1999 р.), всі магматичні породи за процентним вмістом у них SiO_2 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. 3.4.

У таблиці зі всієї великої різноманітності магматичних порід наведені найменування тільки основних різновидів.

Кожна назва в таблиці об'єднує групу порід, що містять SiO_2 у заданих межах, але відрізняються за мінеральним складом або структурою. Так, до групи граніту відносяться багато десятків їх різновидів. У таблиці також не показані ряди лужних порід (сієніти, трахіти та ін.), що відрізняються підвищеним вмістом калію і натрію.

Інрузивні і ефузивні породи відрізняються також за формою тіл, які вони утворюють, і умовам залягання в земній корі. Всі ці відомості є в рекомендованих навчальних книгах.

Таблиця 3.4

Класифікація магматичних гірських порід

Групи порід за хімічним складом (вмістом SiO ₂ , %)	Типи порід за умовами утворення		Породоутворюючі мінерали порід
	Інрузивні (плутонічні)	Ефузивні (вулканічні)	
Кислі (64-78 %)	Граніт	Ріоліт Обсидіан Пемза	Калієві польові шпати, кварц (25-45%), кислі плагіоклази, біотит, мусковіт, зрідка рогова обманка
Середні (53-64 %)	Діорит	Андезит	Середні плагіоклази – близько 70%, рогова обманка, зрідка піроксени, біотит
Основні (44-53 %)	Габбро Лабрадорит	Базальт	Піроксени, основні плагіоклази, рогова обманка, олівіни
Ультраосновні (30-44%)	Дуніт Перидотит	Пікрит 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, кременистими, 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 в широких межах – від глинистих і пилюватих частинок до багатометрових гліб. Відповідно структури уламкових порід можуть бути *грубоуламковими, піщаними, пиловими, глинистими*.

Текстури уламкових порід – *шаруваті, рихлі, землисті, щільні (зцементовані)*.

Класифікація уламкових порід враховує три основні ознаки – розмір уламків, їх обкатаність і монолітність (зцементована породи) (табл. 3.5.)

Таблиця 3.5

Класифікація уламкових порід

Групи гірських порід	Розмір уламків, мм	Найменування порід			
		Рихлі породи		Зцементовані породи	
		Гострокутні уламки	Обкатані уламки	Гострокутні уламки	Обкатані уламки
Грубоуламкові (псефіти)	> 100	Брили	Валуни	Брекчії	Конгломерати
	10-100	Щебінь	Галечник		
	2-10	Жорства	Гравій	Жорствак	Гравеліти
Піщані (псаміти)	1-0,25	Піски		Пісковики	
Алевритові (алеврити)	0,01-0,1	Алеврити (лес)		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. 3.6.).

Структури хімічних порід – *кристалічні, прихованокристалічні, оолітові*.

Текстури хімічних порід – *шаруваті, землисті, натічні*.

Класифікація хімічних і біохімічних осадових порід

Найменування породи	Тип порід	Мінеральний склад	Діагностичні Ознаки
Вапняк	Карбонатні	Кальцит (CaCO ₃)	Кристалічна або приховано кристалічна структура. У туфу пориста текстура. Колір різний. Скипає з HCl.
Гіпс	Сірчаноокислі	Гіпс (CaSO ₄ ·2H ₂ O)	Кристалічно-зерниста структура. Безбарвний, білий.
Кам'яна сіль	Галоїдні	Галіт (NaCl)	Солоний смак.
Бурий залізняк	Залізисті	Лимоніт (Fe ₂ O ₃ ·nH ₂ O)	Іржаво-бурі маси, рихлі, пористі, іноді з оолітовою структурою.
Боксит	Глиноземисті	Глинозем (Al ₂ O ₃)	Агрегати червонувато-бурого кольору, часто з оолітовою структурою.
Мергель	Змішані	Суміш кальциту та глинисто-алевритового матеріалу	Колір білий. Приховано кристалічна, алевритова структура. Скипає з HCl, залишаючи після реакції глинисту пляму.

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 молюсків, уламків раковин (детритуса) або скелетних залишків тваринних організмів (вапняк – черепаший, 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. 3.7.

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. 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, піроксен, рогова обманка, кальцит. Разом з ними присутні такі мінерали як гранат, хлорит, тальк, серпентин, які утворюються під час метаморфічних процесів.

Таблиця 3.7.

Характеристика деяких органічних порід

Назва породи	Колір	Склад і походження	Характерні ознаки
Вапняк-черепашник	Білий, жовтий	Цілі раковини молюсків, або їх уламки, скріплені цементом	За видовим складом молюсків 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 копить
Нафта і горючий газ (метан CH ₄)	Від білого до чорного	З рідких і газоподібних вуглеводнів рослинного і тваринного походження	Масляниста рідина різної в'язкості, газ – без кольору і запаху

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 породи наново утворених лускатих, таблитчастих мінералів. Порода розколю-

ється на плити по цих же напрямках. 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 напрямі 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 таблиці 3.8 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.

3.4.2. Завдання і виконання лабораторної роботи

Завдання на лабораторну роботу відповідає формату "дано, визначити і виконати".

Дано:

- загальні відомості про гірські породи;
- класифікація і характеристики магматичних, осадових і метаморфічних порід;
- колекції зразків гірських порід без вказівки їх походження і назви;
- приладдя для визначення твердості мінералів (стекло, фарфор) і наявності карбонатів в породах (10 %-ий розчин соляної кислоти);
- експонати гірських порід у геологічному музеї НГУ.

Визначити:

- мінеральний склад деяких зразків різних типів порід, їх структуру, текстуру і інші характеристики і внести ці дані до таблиці (зразок – табл. 3.9.).

Виконати:

- порівняння встановлених параметрів деяких зразків з даними табл. 3.4-3.8 і визначити назви цих порід у колекціях за їх діагностичними ознаками. Заповнити останню графу табл. 3.9
- ознайомлення з рештою зразків порід, використовуючи дані табл. 3.4-3.8;
- оформити виконану роботу в зошиті.

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 прихованокристалічна 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 ₃)	Структура кристалічна. Текстура масивна, часто смугаста, скипає з HCl	Вапняк
Кварцит	Кварц	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

Таблиця 3.9.

Характеристики деяких зразків з учбових колекцій

Структура	Текстура	Мінеральний склад	Колір	Реакція з HCl	Назва породи і її тип за умовами утворення (діагностичні ознаки)
1	2	3	4	5	6
Повнокристалічна, середньозерниста	Масивна	Кварц, ортоклаз, мусковіт, біотит	Рожево-сірий	немає	Граніт – кисла інтрузивна порода; (структура, текстура, склад, колір)

3.4.3. Питання для підготовки до захисту лабораторної роботи

Під час захисту лабораторної роботи необхідно знати:

- визначення поняття "Гірські породи", групи порід за походженням, формулювання понять "структура" і "текстура" порід;
- утворення магматичних, осадових і метаморфічних порід; їх класифікації і характеристики основних різновидів;
- методику проведення і мету лабораторної роботи.

Під час підготовки до захисту слід використовувати рекомендовані підручники і дані методичні рекомендації.

3.5 Вимоги до оформлення лабораторних робіт №№ 1 і 2

Роботи оформляються в учнівському зошиті. Обов'язковими елементами в них повинні бути:

- формулювання основних понять з теоретичних положень про мінерали в лабораторній роботі №1 і про гірські породи в лабораторній роботі №2;
- характеристики мінералів (табл. 3.2.), що вивчаються, у лабораторній №1 і класифікації гірських порід (табл. 3.4.-3.8) в лабораторній №2;
- результати самостійного визначення фізичних властивостей мінералів з навчальних колекцій і їх назви (табл. 3.3.) в лабораторній роботі №1;
- результати самостійного вивчення зразків порід з навчальних колекцій і їх назви (табл. 3.9.) в лабораторній роботі №2;

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 "Геологія".

3.6. Оцінка лабораторних робіт

Критеріями оцінки є:

- відповідність змісту записів в робочому зошиті вимогам з оформлення і виконання робіт;
- знання теоретичних положень.

Оцінюється кожен з критеріїв окремо, а оцінка лабораторної роботи – середньоарифметична величина з двох показників, розрахована до першого знаку після коми.

Оцінка критеріїв за шкалою: 2 (незадовільно), 3 (задовільно), 4 (добре), 5 (відмінно). Відсутність позитивної оцінки навіть з одного з критеріїв не дає право на отримання оцінки по роботі в цілому.

Перевірка знань теоретичних положень здійснюється під час проведення контрольних заходів (8 тижднів) у формі відкритого тесту з п'яти питань. Кількість правильних відповідей відповідає оцінці теоретичного критерію.

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

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?