

**ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»**


## **ГЕОЛОГІЯ**

**методичні вказівки  
до самостійного вивчення  
практичної частини дисципліни**  
*для здобувачів вищої освіти спеціальності  
183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
усіх форм навчання першого (бакалаврського)  
рівня вищої освіти*

*Рекомендовано Науково-методичною радою  
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»  
(протокол № 4 від «12» березня 2023 р.)  
Обов'язково до розміщення в репозиторії*

Запоріжжя 2023

**mip** metinvest  
polytechnic



Методичні вказівки до самостійного вивчення практичної частини дисципліни «Геологія» (для здобувачів вищої освіти спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» усіх форм навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти) / О.В. Орлінська, Д.С. Пікареня. Запоріжжя: ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2023. 51 с.


Методичні вказівки включають завдання до практичних робіт за варіантами, методичні пояснення щодо порядку виконання, вимоги до його оформлення.

Рекомендовано для здобувачів вищої освіти спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» першого (бакалаврського) рівня освіти.

*Самостійне електронне текстове мережеве видання*

Затверджено на засіданні кафедри  
Екології та економіки довкілля  
Протокол № 7 від «07» березня 2023 р.

Узгоджено:  
Секретар Редакційної ради

  
\_\_\_\_\_ Малій Х. В.  
«09» березня 2023 р.

© ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2023



## ЗМІСТ

Практична робота №1. Фізичні властивості мінералів. Вивчення основних породоутворюючих мінералів.....	4
Практична робота №2. Вивчення магматичних і метаморфічних гірських порід.....	11
Практична робота №3. Вивчення осадових гірських порід.....	19
Практична робота №4. Визначення елементів залягання шарів гірських порід непрямыми методами.....	24
Практична робота №5. Визначення потужності геологічних тіл.....	32
Практична робота №6. Побудова геологічних карт гірських порід, що залягають горизонтально.....	37
Практична робота №7. Побудова геологічних карт гірських порід, що залягають моноклінально.....	43
Додаток А. Каталог мінералів.....	46
Додаток Б. Таблиця вихідних даних для побудови карт горизонтального залягання гірських порід.....	49
Додаток В. Топографічні бланк №1 для виконання роботи з побудови геологічних карт гірських порід, що залягають горизонтально.....	50

**Практична робота №1.**  
**Фізичні властивості мінералів.**  
**Вивчення основних породоутворюючих мінералів**

Мінерал (від лат. «*мінера*» – руда) – це природна хімічна сполука (або самородний елемент), однорідна за будовою і складом, що утворилася в результаті фізико-хімічних процесів в земній корі або на її поверхні. Мінерали можуть знаходитися у твердому (кварц, слюда, польовий шпат та ін.), рідкому (вода, самородна ртуть) та газоподібному (горючі гази, сірководень) стані. Більшість мінералів є твердими.

На сьогоднішній день відомо близько 2500 мінералів та їх різновидів. Найбільш розповсюдженими серед них є *породоутворюючі*, їх близько 50. Менш поширеними, але доволі відомими є так звані *рудні* (або *рудоутворюючі*) мінерали, які складають родовища металевих корисних копалин.

Мінерали у твердому стані бувають двох видів – кристалічні та аморфні. Мінерали з кристалічною будовою, тобто такі, що здатні утворювати кристали, переважають, їх близько 98 % від загальної кількості. Вони характеризуються упорядкованим просторовим розташуванням атомів, іонів, молекул у мінералі – *кристалічною ґраткою*. Завдяки тому, що мінерали відрізняються за будовою кристалічної ґратки, кожен з них має, як правило, властиву лише йому кристалічну форму (рис. 1.1). Наприклад, галіт утворює кубічні кристали, слюда – лускоподібні.

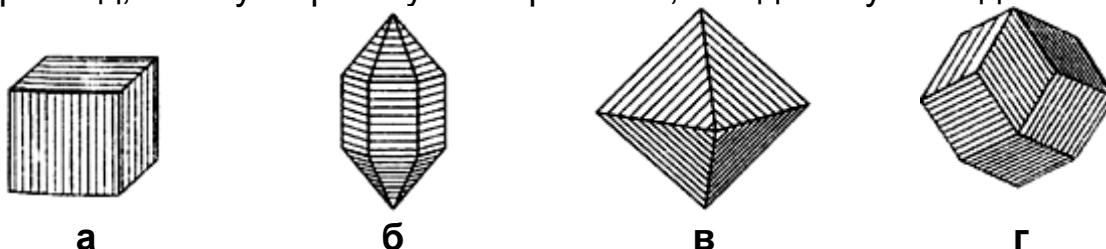


Рисунок 1.1 – Форма кристалів мінералів: а) галіт; б) кварц; в) магнетит; г) гранат.

В різних умовах з однієї і тієї ж речовини можуть утворюватися різні за формою кристали. Так, наприклад, графіт і алмаз, які складаються з одного й того ж хімічного елементу – вуглецю, мають різні властивості. Графіт є одним з м'яких мінералів і утворює таблитчасті кристали, а алмаз має іншу кристалічну форму і є найтвердішим мінералом земної кори. Така різниця фізичних властивостей двох мінералів однакового хімічного складу, спричинена, насамперед, різною будовою кристалічної ґратки (рис. 1.2), тобто різним розташуванням у просторі атомів одного й того ж хімічного елементу, в даному випадку, вуглецю. Причиною такого явища, коли з речовини однакового хімічного складу утворюються різні за будовою кристалічної ґратки, формою кристалів і фізичними властивостями мінерали, є відмінність фізико-хімічних умов їх формування.



Рисунок 1.2 – Кристалічні ґратки алмазу (а) і графіту (б).

Кристалічні речовини є *анізотропними* (зі зміною напрямку змінюються їх властивості), та *здатними до відтворення кристалів* – при рості в насиченому розчині безформні мінерали набувають правильної огранки.

Аморфні мінерали (від грец. «*амофос*»–безформний), на відміну від кристалічних, характеризуються хаотичним розташуванням елементарних часток (атомів, іонів, молекул). Такі мінерали є *ізотропними*, *тобто* їх властивості в різних напрямках однакові. Вони приймають будь-які форми, мають характерний матовий, восковий або слабкий жирнуватий блиск. В якості еталону аморфної будови розглядається скло.

За умовами походження всі мінерали поділяють на 2 групи:

1. *мінерали ендегенного (глибинного) походження*, серед яких розрізняють мінерали магматичного та метаморфічного походження – кварц, польові шпати, алмаз, золото, пірит, сфалерит, біотит та ін.;

2. *мінерали екзогенного (поверхневого) походження*, тобто мінерали, утворення яких пов'язане з вивітрюванням та осадовим процесом – гіпс, лімоніт, каолініт, кам'яна сіль та ін.

### **Форми знаходження мінералів у природі**

У природному стані мінерали можуть зустрічатися у вигляді окремих кристалів, їх закономірних зростків (двійників), або у виді скупчень, що називаються *мінеральними агрегатами*. Серед них виділяються зернисті і землясті агрегати, ооліти, конкреції, друзи, щітки, секреції (жеоди), натічні форми та ін.

Зернистий агрегат – це скупчення зерен одного або декількох кристалічних мінералів. Зернистими агрегатами складені, головним чином, магматичні і метаморфічні породи, а також значна кількість осадових порід. Наприклад, граніт є зернистим агрегатом мінералів: ортоклазу, кварцу, біотиту.

За розміром окремих зерен агрегати поділяють на:

- тонкозернисті (менше 0,1 мм);
- дрібнозернисті (0,1-2,0 мм);
- середньозернисті (2,0-5,0 мм);
- крупнозернисті (5,0-10,0 мм);
- гігантозернисті (більше 10,0 мм).

Землистий агрегат – це пухке або слабо зцементоване скупчення мікроскопічних зерен мінералу, внаслідок чого вони легко розсипаються і бруднять руки (наприклад, каолінит).

Конкрєція – це кулястий агрегат сферичної форми, що має концентричну або радіально-променисту будову (рис. 1.3). Формування конкрецій відбувається від центру кристалізації до периферії, а розмір може перевищувати 1 м у діаметрі. Дрібні сферичні агрегати (розміром не більше 1 см) називаються оолітами. Вони утворюються в результаті кристалізації мінеральної речовини в рухомому водному середовищі і характерні для руд заліза, алюмінію, марганцю та ін.

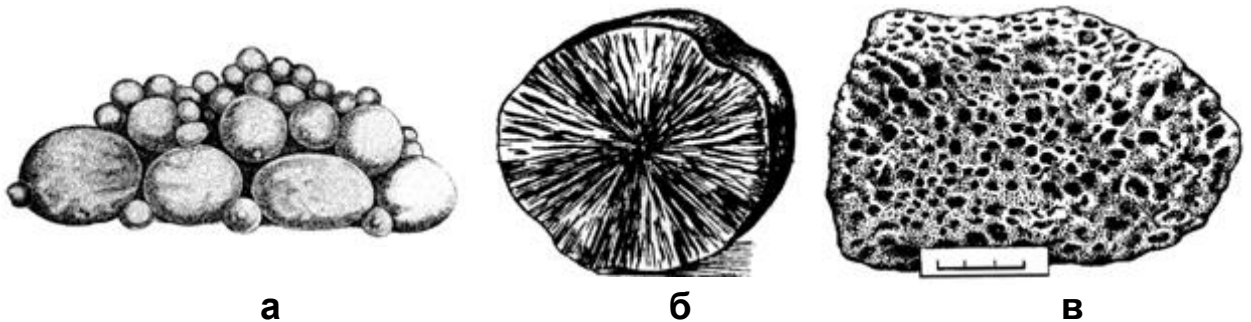


Рисунок 1.3 – Мінеральні агрегати: а – загальний вигляд конкрецій; б – конкреція у розрізі; в – ооліти.

Дру́за – це зросток кристалів, які прикріплені одним кінцем до спільної основи (рис.1.4). Друзи можуть утворюватися кристалами одного (кварц) або декількох різних мінералів (галеніт, сфалерит, кальцит). Зростки дрібних кристалів, які розміщуються на плоскій поверхні часто називаються щіткою.



Рисунок 1.4 – Друзи кристалів: а – кварц (гірський кришталь); б – галеніт (кам'яна сіль).

Секрєція – округла мінеральна форма, яка утворюється шляхом заповнення порожнин у породах (рис. 1.5). На відміну від конкрецій, формування секрєцій проходить в напрямку від периферії до центру.

Же́ода – це крупна секрєція, в якій стінки порожнини покриті друзами, щітками, натічними мінеральними агрегатами.

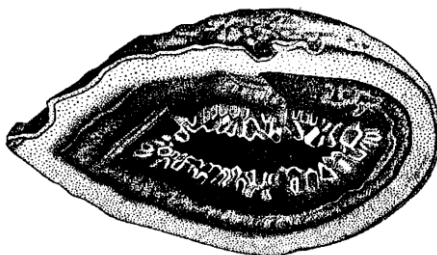


Рисунок 1.5 – Секреція.

Натічні форми утворюються в процесі виділення мінерального агрегату з колоїдних розчинів. До цих форм належать сталактити, сталагміти, сталагнати, гроноподібні та ниркоподібні агрегати та ін. *Сталактит і сталагміт* – це бурулькоподібні утворення у вапнякових і гіпсових печерах, формування яких проходить відповідно зверху вниз і знизу вгору в результаті розкристалізації колоїдних розчинів, що стікають зі стелі і стін печери. *Сталагнат* утворюється при з'єднанні сталактиту і сталагміту в єдиній колоні.

### ***Діагностичні властивості мінералів.***

Внутрішня будова мінералів і хімічний склад зумовлюють їх фізичні властивості, що лежать в основі всіх мінералогічних методів досліджень і є першочерговими ознаками при діагностиці (визначенні) мінералів. Фізичні властивості мінералів можна розділити на три групи: морфологічні, що характеризують геометричну форму кристалів; оптичні, що включають колір мінералу, забарвлення його порошку, прозорість мінералу та блиск; і механічні, до яких належать злам, спайність, і твердість мінералу. За цими властивостями проводиться макроскопічне (візуальне) визначення мінералів і найбільш об'єктивною діагностикою є тоді, коли вона проводиться шляхом визначення всіх властивостей.

Колір мінералів залежить від їх хімічного складу, як основного, так і домішок, структури, а також внутрішньої неоднорідності. В зв'язку з цим один і той же мінерал може мати різне забарвлення, а різні мінерали – однаковий колір. Колір мінералу також може змінюватись завдяки інтерференції світла на поверхні кристалів. Таке явище називається *іризацією* і проявляється у вигляді різнокольорових плям на гранях мінералу.

За кольором мінерали підрозділяються на кольорові з переважанням одного кольору (наприклад, червоного, чорного) або двох кольорів (жовто-зелений і т.п.), а також білі та безкольорові. Слід зауважити, що прозорого кольору не буває, у такому випадку кажуть, що мінерал безбарвний.

Разом з кольором важливе діагностичне значення має відтінок, наприклад, світло-жовтий, або темно-червоний.

Колір риси – це колір мінералу в порошок. Його легко отримати тертям мінералу о фарфорову пластину. Для більшості мінералів (але не

для всіх) на поверхні фарфору залишається риса того або іншого кольору. Колір мінералу в порошок – важлива діагностична ознака, тому що він постійний. Колір мінералу у порошок може бути таким самим як і колір мінералу, а може і відрізнятися. Наприклад, пірит має золотисто-жовтий колір, а його риса – чорний, халькопірит – солом'яно-жовтий, а риса зеленувато-чорна, гіпс – білий, риса – теж біла.


Твердість – це здатність мінералу протистояти зовнішній механічній дії. Здебільшого при діагностиці мінералів визначається відносна твердість мінералу шляхом застосування еталонної шкали твердості, яка носить назву *шкали Мооса* (на честь її автора, німецького мінералога). Мінерали в ній підібрані так, що кожний наступний дряпає попередній. Перевага такого відносного методу полягає в простоті, наочності і швидкості виконання. Визначати твердість прийнято в умовних одиницях від 1 до 10, які відповідають твердості десяти мінералів шкали Мооса (табл. 1.2).

Таблиця 1.1 – Шкала еталонів твердості мінералів Мооса

Твердість	Мінерал	Хімічна формула
1	Тальк	$Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$
2	Гіпс	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
3	Кальцит	$CaCO_3$
4	Флюорит	$CaF_2$
5	Апатит	$Ca_5(PO_4)_3(F, Cl, OH)$
6	Ортоклаз	$KAlSi_3O_8$
7	Кварц	$SiO_2$
8	Топаз	$Al_2[SiO_4](F, OH)_2$
9	Корунд	$Al_2O_3$
10	Алмаз	C

При встановленні твердості вибирають на мінералі рівну свіжу поверхню і проводять по ній гострим краєм мінералу зі шкали твердості. Якщо мінерал, що визначається, дряпається, то його твердість менше твердості мінералу зі шкали. Це випробування слід проводити до тих пір, доки твердість встановлюваного мінералу не визначиться як проміжна між двома еталонними мінералами зі шкали твердості або як рівна одному з них. Наприклад, твердість рогової обманки менше твердості ортоклазу, твердість якого 6, і більше твердості апатиту, твердість якого 5. Це означає, що твердість рогової обманки близька до 5,5.

Спрощене визначення твердості можна проводити наступним чином. Мінерали, які мають твердість 1, жирні на дотик та залишаються на шкірі пальців; мінерали з твердістю 2 дряпаються нігтем; мідна монета має твердість 3; скло – 5,5; сталева голка або сталевий ніж – близько 6; фарфорова пластинка – 6,5; напільник – 7,5; твердосплавне свердло – 8,5.



В металургії застосовується абсолютний метод визначення твердості, що ґрунтується на оцінці опору вдавнення в речовину алмазної або сталевий піраміди. Абсолютна твердість вимірюється в кгс/мм<sup>2</sup>.

Прозорість характеризує властивість мінералу пропускати промені світла. За цією ознакою мінерали поділяються на прозорі, що пропускають світло як звичайне скло; непрозорі, які не пропускають світла; напівпрозорі, що просвічують подібно до матового скла; або такі, що просвічують лише в тонкій пластині.

Блиск – це здатність поверхні мінералу відбивати потік світла, що на нього падає. Розрізняють металевий блиск, який характерний здебільшого для непрозорих мінералів з темнозабарвленою рисою; напівметалевий, який нагадує блиск потемнілого металу; неметалевий, найпоширенішими різновидами якого є алмазний, скляний, жирний, перламутровий, матовий і шовковистий блиски. Найбільш типовими прикладами мінералів з названими видами блиску є такі:

- *металевий* – пірит, галеніт, молібденіт;
- *напівметалевий* – магнетит, гематит, графіт;
- *неметалевий*:
  - *алмазний* – алмаз, сфалерит;
  - *скляний* – кварц, кальцит, ортоклаз;
  - *жирний* – нефелін, галіт, тальк;
  - *перламутровий* – слюда, гіпс;
  - *шовковистий* – азбест;
  - *матовий* – лімоніт, каолініт.

Спайність – це властивість кристалічних мінералів розколюватися при ударі на уламки, обмежені поверхнями, які називаються площинами спайності. Вони відповідають напрямкам найменшого зчеплення часток у кристалічній структурі мінералу. В залежності від того наскільки легко відбувається розщеплення мінералу виділяють такі види спайності:

- *вельми досконала*, коли мінерал легко розщеплюється на тонкі пластинки з гладкими блискучими поверхнями (слюда, тальк);
- *досконала*, якщо розщеплення мінералу на тонкі пластинки відбувається під дією певної сили, наприклад удару (кальцит, галіт та ін.);
- *середня*, коли при ударі мінерал розколюється як по рівних площинах, так і по нерівних поверхнях (ортоклаз);
- *недосконала*, якщо в мінералі при ударі на тлі неправильних поверхонь зламу іноді спостерігаються сколи по рівних площинах (магнетит);
- *дуже недосконала*, коли при розколюванні утворюються тільки неправильні поверхні, іншими словами, спайність відсутня (кварц).

Спайність мінералів може виявлятися в одному, двох, трьох і більше напрямках: біотит і мусковіт – в одному, ортоклаз і гіпс – у двох, кальцит і галіт – у трьох, а сфалерит – у шести.

Площини спайності інколи невірно сприймають за грані кристалу,

тому слід мати на увазі, що площини спайності мають більш сильний блиск, ніж грані кристалів; напрямку спайності мінералу завжди відповідає декілька паралельних одна одній площин.

**Злам** визначається характером поверхні, по якій розколюється мінерал. Він властивий, в основному, аморфним мінералам. Найбільш часто зустрічаються наступні різновиди зламу:

- раковистий, який нагадує концентрично-хвилясту поверхню черепашки (кремінь, кварц, халцедон);
- занозистий, зустрічається у волокнистих, стовпчастих мінералів (рогова обманка);
- ступінчастий злам нагадує східці драбини. Зустрічається у мінералів з досконалою спайністю (кальцит);
- землистий злам характеризується пошерхлою поверхнею, покритою дрібним пилом (лімоніт, каолініт);
- нерівний злам є найбільш поширеним – мінерал розколюється по нерівній, неправильній поверхні (кварц).

Мінерали можуть мати й інші специфічні, індивідуальні властивості. Це здатність реагувати з розчином соляної кислоти (кальцит), магнітність (магнетит), смак (галіт), розчинність у воді, горючість (сірка), ковкість (самородна мідь), вага, гнучкість, іризація (лабрадор) та ін.

Розглянуті вище властивості мінералів називаються *діагностичними*, тобто такими, на яких ґрунтується діагностика мінералів.

### Завдання для виконання практичної роботи

1. Ознайомитися з діагностичними властивостями мінералів.
2. Навчитися визначати діагностичні властивості різних мінералів.
3. Використовуючи Каталог мінералів (Додаток А) заповнити звітну таблицю 1.2 для наступних мінералів: золото, графіт, сірка, пірит, халькопірит, галеніт, сфалерит, кіновар, кварц, магнетит, гематит, піролюзит, лімоніт, галіт, флюорит, кальцит, гіпс, апатит, гранат, рогова обманка, тальк, мусковіт, біотит, каолініт, ортоклаз, лабрадор, янтар.

Таблиця 1.2 – Зведена таблиця опису мінералів

Назва мінералу, хімічна формула, клас	Колір		Твердість	Блиск	Спайність	Злам	Особливі властивості	Світлина мінералу
	В зразку	Риси						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. <i>Магнетит</i> <i>FeFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub></i> , <i>оксиди</i>	<i>Чорний</i>	<i>Чорна</i>	<i>5,5-6</i>	<i>Металевий</i>	<i>Не помітна, за довідником – досконала</i>	<i>Землистий</i>	<i>Магнітний</i>	

## Практична робота №2

### Вивчення магматичних і метаморфічних гірських порід

Гірські породи – це природні агрегати мінералів певної будови, які утворюються в земній корі або на її поверхні в результаті різноманітних геологічних процесів. Породи, які складаються з одного мінералу, називаються мономінеральними (від грец. «моно» – один). Якщо в будові породи беруть участь декілька мінералів, вона називається полімінеральною (від грец. «полі» – багато).

Будова гірських порід характеризується структурою і текстурою.

Структура – це особливості внутрішньої будови породи, які обумовлені ступенем кристалічності мінеральних зерен, їх розмірами і характером зростання. Розрізняють наступні основні типи структур (рис. 2.1):

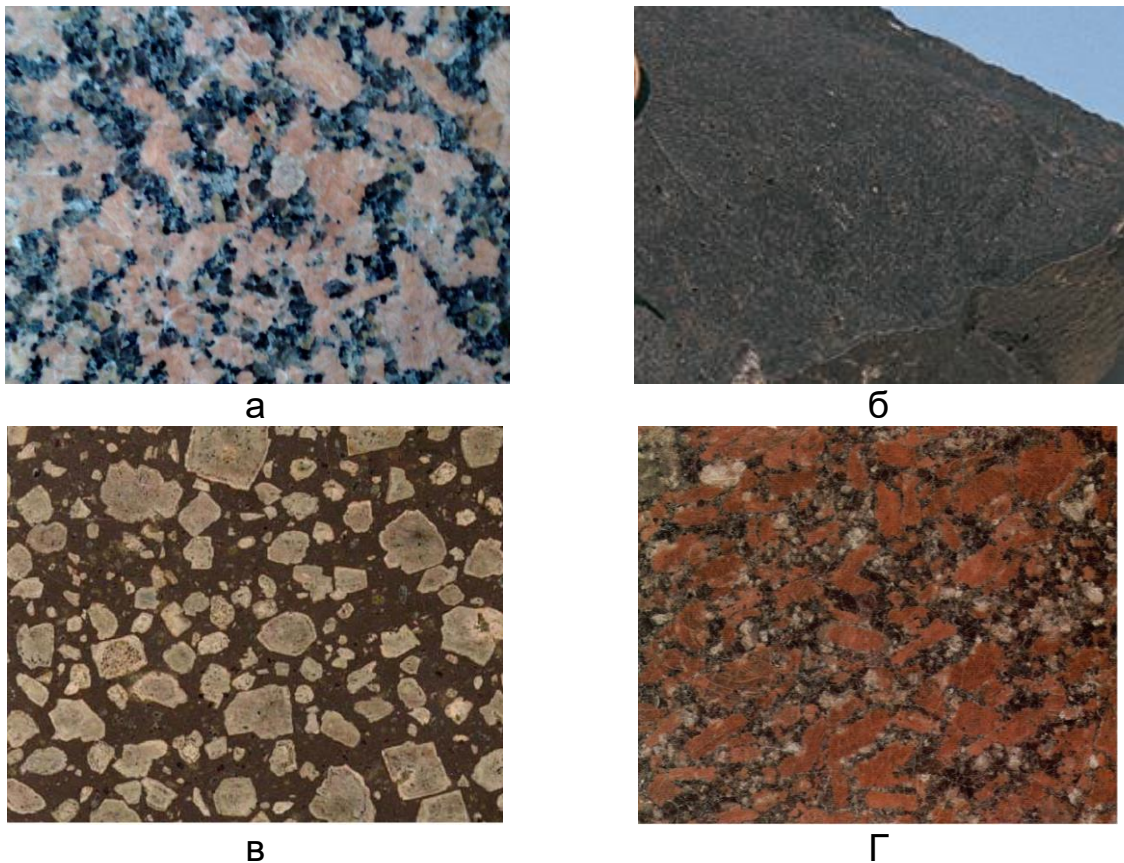


Рисунок 2.1 – Повнокристалічна структура граніту (а) та приховано кристалічна структура базальту (б); порфірова (в) і порфіроподібна (г) структура граніту.

– повно кристалічна – порода повністю складається із кристалічних зерен мінералів (залежно від абсолютного розміру зерен виділяють: крупнозернисту – зерна крупніше 5 мм; середньозернисту – 2-5 мм; дрібнозернисту – 0,1-2 мм; тонкозернисту – менше 0,1 мм, рис. 2.1);

– приховано кристалічна (неповно кристалічна)– коли порода складається із дрібних кристалів, які можна побачити тільки під мікроскопом (рис. 2.1-б).

Якщо порода складена уламками мінералів, або інших порід, то кажуть, що вона має уламкову структуру. Коли порода представлена відносно однаковими за розміром зернами мінералів, то її визначають як рівномірнозернисту, а в протилежному випадку – як нерівномірнозернисту структуру.

Під текстурою розуміють характер розташування в просторі кристалічних зерен і уламків які складають породу. Найбільш розповсюдженими є такі текстури: масивна, плямиста, смугаста, сланцювата, пориста (рис. 2.2).

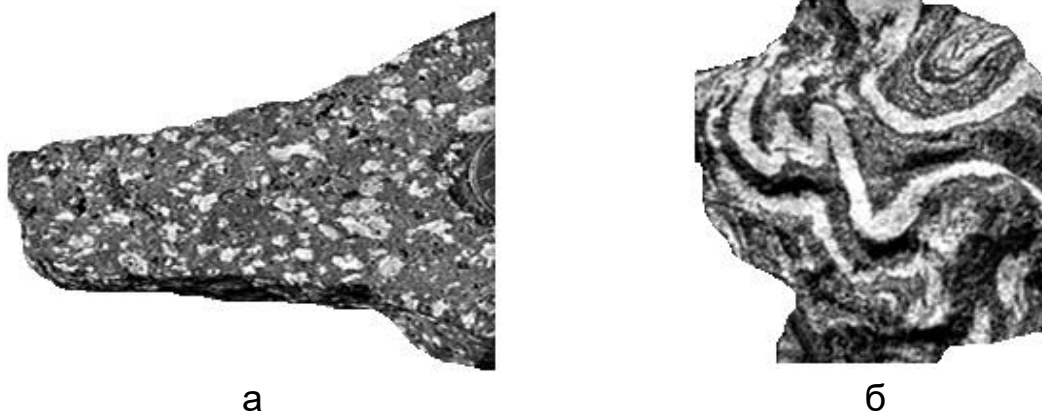


Рисунок 2.2 – Плямиста (а) та смугаста (б) текстури.

Масивна текстура відрізняється щільним, але безладним розміщенням мінералів в породі.

Плямиста характеризується нерівномірним розподілом темних і світлих мінералів у породі.

Смугаста – визначається чергуванням у вигляді смуг темно кольорових та світло кольорових мінералів (рис. 2.2).

Пористу текстуру мають породи, які містять пустоти, каверни (рис. 2.3).

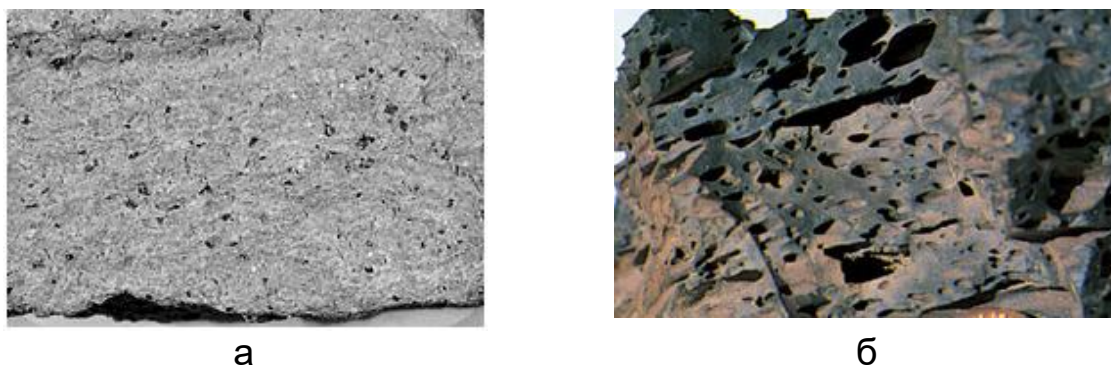


Рисунок 2.3 – Пориста текстура ліпариту (а) та базальту (б).

## Класифікація гірських порід.

Кожна гірська порода має свої, притаманні тільки їй геологічні умови утворення. Тому правильно визначивши породу, можна відтворити умови, в яких вона виникла. За походженням гірські породи поділяються на три основні групи (рис. 2.4):

- магматичні, які утворюються в результаті застигання в земній корі або на її поверхні силікатного розплаву – магми (лави);
- осадові, що формуються на поверхні земної кори в результаті діяльності різноманітних екзогенних природних процесів і явищ;
- метаморфічні, які є продуктом переробки в глибинних умовах вже існуючих магматичних, осадових, а також метаморфічних порід під впливом високого тиску, температури, різноманітних рідких і газоподібних флюїдів, що надходять з надр Землі



Рисунок 2.4 – Класифікація гірських порід за походженням

## Магматичні гірські породи.

Магматичні гірські породи залежно від хімічного і мінерального складу, перш за все, від вмісту оксиду кремнію ( $\text{SiO}_2$ ), поділяються на чотири групи:

- ультраосновні, вміст  $\text{SiO}_2$  не перевищує 45%;
- основні, 45-52%  $\text{SiO}_2$ ;
- середні, 52-65%  $\text{SiO}_2$ ;
- кислі, вміст  $\text{SiO}_2$  понад 65%.

Породоутворюючими мінералами магматичних порід є кварц, польові шпати, слюди, амфіболи, піроксени, олівін, які в сумі складають близько 93% загального обсягу магматичних порід. В ультраосновних і основних породах переважають піроксени та олівін, які характеризуються низьким вмістом кремнезему і темним забарвленням, у зв'язку з чим для порід цих груп властиві темні кольори. В складі кислих і середніх порід переважають кварц та польові шпати, що зумовлюють їх світле

забарвлення. Ця ж закономірність лежить в основі збільшення щільності порід від кислих, де її величина складає  $2,58 \text{ г/см}^3$ , до ультраосновних, щільність яких досягає  $3,4 \text{ г/см}^3$ .

Залежно від умов, при яких відбувається застигання магми, магматичні породи діляться на дві групи (рис. 2.5):

1) інтрузивні, що утворилися при застиганні магми на різних глибинах в земній корі;

2) ефузивні, або вулканічні, формування яких відбувалося шляхом застигання магми, що вилілася на земну поверхню і перетворилася на лаву.

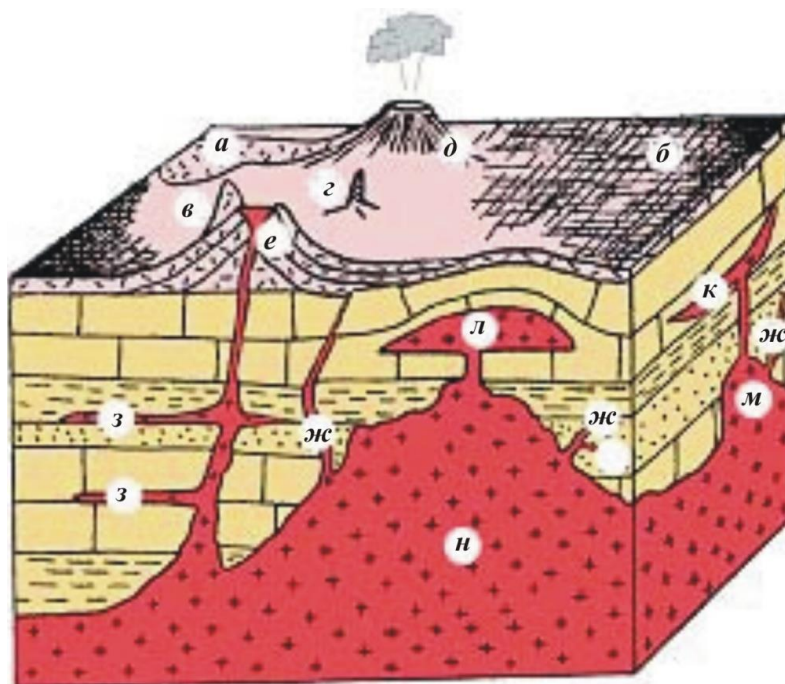


Рисунок 2.5 – Утворення магматичних порід

На глибині утворюються інтрузивні породи з повнокристалічною (крупно- середньо- та дрібнозернистою), порфіроподібною структурами, тому що в умовах поступового зниження температури магма застигає повільно і встигає розкристалізуватися. Ефузивні породи формуються з магми, що виливається на поверхню, при цьому різко падає температура і тиск, що зумовлює її швидке застигання у вигляді аморфної маси з характерними прихованокристалічною, склуватою, часто порфіровою, мигдалекам'яною структурами.

Інтрузивні (повнокристалічні) породи здебільшого характеризуються масивною текстурою для якої властива відсутність впорядкованої орієнтації зерен мінералів. Проте можливе утворення і орієнтованих текстур, які відображають рух магми в процесі застигання. У ефузивних (як правило, не розкристалізованих) породах частіше зустрічаються орієнтовані текстури: смугаста, флюїдальна. Для ефузивних порід характерна також пориста текстура, зумовлена виділенням з лави різноманітних газів і води при її застиганні.

Класифікація магматичних гірських порід наведена в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Класифікація магматичних гірських порід

Породи	Хімічний тип породи за вмістом SiO <sub>2</sub> , %				Структура	Текстура
	Кислі (>65%)	Середні (52-65%)	Основні (45-52%)	Ультраосновні (<45%)		
Інtruзивні (глибинні)	Граніт	Діорит	Габро	Піроксеніт	Повнокристалічна	Масивна
Ефузивні (вивержені)	Ліпарит	Андезит	Базальт	Пікрит	Приховано-кристалічна	Пориста
Головні породоутворюючі мінерали	Кварц, ортоклаз, мікроклін, біотит, мусковіт	Плагіоклази, ортоклаз, рогова обманка, біотит	Лабрадор, плагіоклази, піроксени, рогова обманка, олівін	Олівін, піроксени		
Колір	Світло-сірий, рожевий, червоний	Сірий, темно-сірий, зеленуватий	Темно-сірий до чорного	Чорний		

Кислі породи є найпоширенішими в земній корі серед магматичних порід. Вони мають світле забарвлення сірих та рожевих відтінків і складені кварцом, польовими шпатами, біотитом, мусковітом, інколи присутні рогова обманка, піроксени. Найбільш широким розвитком між ними користуються інtruзивні граніти та їх ефузивні аналоги ріоліти (ліпарити) і дацити.


Граніт має повнокристалічну, переважно середньозернисту, рідше крупно- і дрібнозернисту структуру. Складений кварцом (25-35 %), ортоклазом (35-40 %), плагіоклазом (20-25 %), біотитом, мусковітом, роговою обманкою (до 5 %). Найпоширеніша текстура – масивна.

Ліпарит характеризується порфіровою структурою, в якій на фоні світлої склуватої основної маси виділяються вкраплення кристалів та зерен польових шпатів, кварцу. Найпоширенішою текстурою є пориста.

Середні породи мають сірий, світло-сірий колір. Головними породоутворюючими мінералами є плагіоклази і рогова обманка, а кварц і біотит відносяться до другорядних мінералів. Найхарактернішими представниками середніх порід є діорити і андезити. У порівнянні з кислими породами вони зустрічаються рідше і складають не більше 3 % від обсягу усіх магматичних порід.

Діорит – інtruзивна порода повнокристалічної структури, масивної текстури. Мінеральний склад: плагіоклаз – до 70 %, кварц – 1-5 %, темноколірні рогові обманка і біотит – до 30 %.

Андезит – це ефузивний аналог діориту. Він характеризується пор-



фіровою структурою: на фоні нерозкристалізованої основної маси виділяються світло-сірі вкраплення плагіоклазу і чорні – рогової обманки і піроксенів. Текстура масивна або флюїдальна.

Оснóвні породи складені плагіоклазом (андезин, лабрадор) і піроксенами. Значна кількість у породі темнокольорових мінералів надає їй темно-сірого до чорного забарвлення. Найпоширенішими в земній корі породами цієї групи є габро-лабрадорит і базальт. На зразки цих порід може реагувати магнітна стрілка компасу завдяки наявності у їх складі кристалів магнетиту.

Гáбро-лабрадоріт – інтрузивна порода з повнокристалічною середньо- і крупнозернистою структурою, масивною текстурою. Породоутворюючі темні мінерали представлені піроксенами (35-50 %), роговою обманкою і олівіном, а світлі – плагіоклазами. Якщо порода повністю складена основним плагіоклазом лабрадором, то така порода називається лабрадорит.

Базальт – це ефузивний аналог габро, часто порфірової структури. У порфірових вкрапленнях плагіоклаз, піроксен, інколи олівін. Текстура породи масивна або пориста (див рис. 2.1,б; 2.3,б).

Ультраоснóвні породи, які ще називають гіпербазитами або ультрамафітами, займають підпорядковане місце. Відомі представники цієї групи – це піроксеніти складені піроксенами та до 10-20 % олівіном.

### ***Метаморфічні гірські породи.***

Метаморфічні породи утворюються в результаті перетворення осадових, магматичних і метаморфічних гірських порід на великих глибинах в земній корі під впливом температури, тиску, а також флюїдів (газів та водних розчинів). Для цих порід характерні повнокристалічні структури та орієнтовані текстури. Успадковані від первинних порід структури і текстури називаються реліктовими. Метаморфічні породи, які утворилися за рахунок метаморфізму магматичних утворень називаються ортопородами, осадових порід – парапородами.

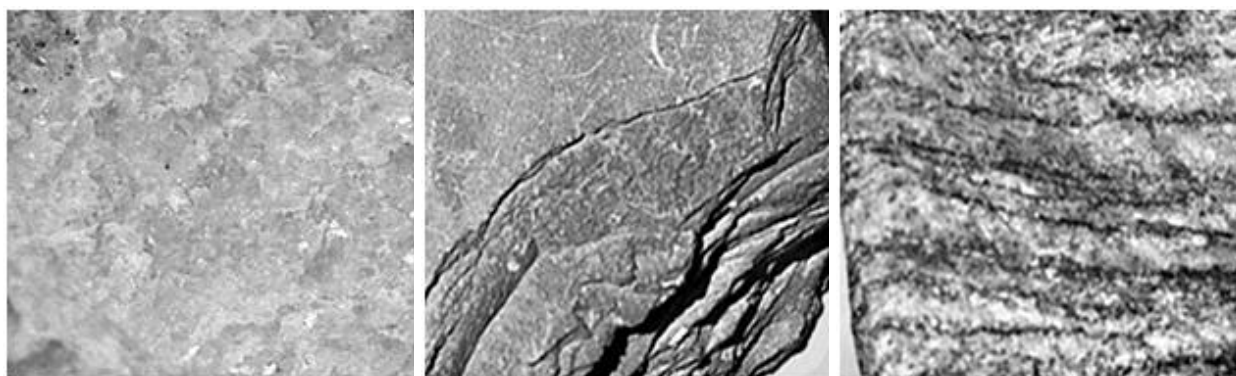
Виділяються такі головні текстури метаморфічних порід (рис. 2.6):

- масивна порода є мономінеральною, а мінерал, який її складає має відносно ізометричну форму (кварцит, мармур, );

- сланцювата, характерна для порід, що містять мінерали видовженої призматичної, пластинчастої або лускуватої форми, які розташовуються вздовж взаємно паралельних площин. Внаслідок цього вони можуть розколюватися на окремі пластини (глинистий сланець, кристалічний сланець);

- гнейсова, утворюється мінералами, які набули видовжених форм в результаті метаморфізму (польовий шпат, кварц). Зерна орієнтовані в одному напрямку, проте на відміну від сланцюватої текстури не утворюють площин, вздовж яких порода може розколюватися (гнейс);

- смугаста, має чергування смуг різного кольору, мінерального складу і потужності (залізистий кварцит).



а

б

в

Рисунок 2.6 – Текстури метаморфічних порід: а – масивна (кварцит), б – сланцювата (глинистий сланець), в – гнейсова (гнейс).

Найпоширенішими метаморфічним породами є філіт, слюдистий сланець, кристалічний сланець, гнейс, кварцит, залізистий кварцит, мармур. У табл. 2.2 приведена класифікація метаморфічних гірських порід.

Таблиця 2.2 – Класифікація метаморфічних гірських порід

Назва породи	Мінеральний склад	Вихідна порода
Філіт	Слюди, кварц	Глина, аргіліт
Слюдистий сланець	Польовий шпат, слюда, кварц	Глина, аргіліт
Кристалічний сланець	Польовий шпат, біотит, рогова обманка, гранат	Осадкові або магматичні породи
Гнейс	Кварц, польові шпати, слюди, рогова обманка	Осадкові породи, граніт, діорит
Кварцит	Кварц	Піщаник кварцовий
Залізистий кварцит	Магнетит, кварц, гематит	Піщаник з бурим залізняком
Мармур	Кальцит	Вапняк

Філіт утворюється в умовах відносно невисоких температур, але при значному орієнтованому (односторонньому) тиску, що діє на первинні глинисті породи. Складається із дрібних лусок слюди, які утворюють добре виражену сланцювату текстуру і має сильний шовковистий блиск на площинах сланцюватості; колір від сірого до чорного, інколи червоний.

Слюдистий сланець – це результат подальшого підвищення тиску і температури при метаморфізмі тих же осадкових порід. У порівнянні з філітами сланці набувають повнокристалічної дрібно- та середньозернистої структури, в їх складі з'являється кварц, польовий шпат.

Кристалічний сланець характеризується повнокристалічною середньо- або крупнозернистою структурою, сланцюватою та гнейсовою тек-

стурами. Утворюється при перетворенні в умовах високих тисків і температур осадових або магматичних порід основного складу. В його складі переважають польові шпати, біотит, рогова обманка, гранат при незначній кількості кварцу (до 5-15 %).

Гнейс – повнокристалічна порода, що виникла в результаті метаморфічних перетворень осадових або магматичних порід кислого та середнього складу, що визначає його переважно світло-сірий колір. Має типову гнейсову текстуру.

Кварцит має повнокристалічну структуру та масивну текстуру, майже цілком складений із кварцу (95-99 %). Утворюється за рахунок кварцових пісковиків, пісків. У чистому вигляді кварцит характеризується білим або світло-сірим кольором, але присутність домішок можуть його забарвлювати у бурій, коричневий, малиновий та інші відтінки.

Залізистий кварцит – це специфічна метаморфічна порода, яка широко розповсюджена в архейських та протерозойських товщах. Її індивідуальна діагностична ознака – смугаста текстура, що складається з чергування смуг кварцу та гематиту. Ці породи є сировиною для видобутку заліза. Одним із найбільших у світі родовищем залізних руд є Криворізький залізорудний басейн.

Мармур утворюється при метаморфізмі вапняків, а тому активно реагує з HCl. Колір породи переважно білий, світло-сірий, сірий, але доволі розповсюдженими є рожеві, червонуваті, зеленкуваті, чорні та інші різновиди. Структура мармуру тонкозерниста до прихованокристалічної, текстура – масивна, смугаста.

### **Завдання для виконання роботи.**

Заповнити таблицю 2.3, використовуючи теоретичні дані наведені в практичній роботі та самостійно знайдені в Інтернеті.

Таблиця 2.3 – Опис магматичних і метаморфічних гірських порід

Структура	Текстура	Характеристика породи			Назва породи, генетичний тип, приклад (фото)
		Мінеральний склад	Колір	Реакція з HCl	
<i>Крупнозерниста</i>	<i>Масивна</i>	<i>Ортоклаз, кварц, біотит,</i>	<i>Світло-рожевий</i>	<i>Немає</i>	<i>Граніт, магматична, інтрузивна, кисла</i>

### Практична робота №3. Вивчення осадових гірських порід

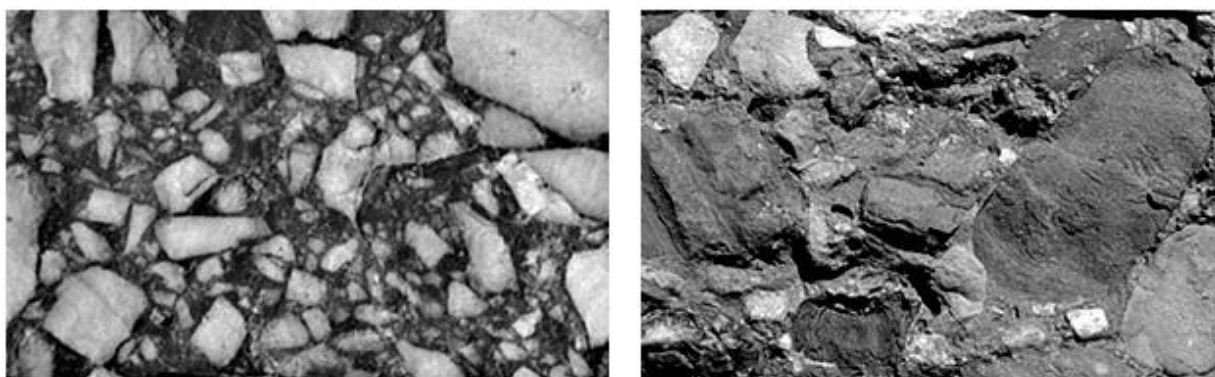
Осадові гірські породи утворюються на поверхні Землі під впливом екзогенних геологічних процесів. Вони покривають біля 75% поверхні континентів, утворюючи типові для них геологічні тіла – *шари або верстви*. За своїм походженням всі осадові породи поділяються на три генетичні групи.

- уламкові (руйнування на тверді частки магматичних, метаморфічних або осадових порід, їх перенесення та відкладення);
- хемогенні (відкладення хімічним способом розчинених у воді речовин);
- органогенні (накопичення продуктів життєдіяльності організмів).

Уламкові осадові породи утворюються в результаті механічного руйнування (фізичного вивітрювання) вже існуючих порід і накопичення їх уламків. В залежності від розмірів уламків розрізняють три гранулометричних групи порід:

- грубоуламкові, або псефіти – породи, розмір уламків яких перевищує 2 мм в поперечнику;
- піщані, їх ще називають псамітами, розмір уламків яких знаходиться в межах 2-0,1 мм;
- пилуваті, або алеврїти, що мають розмір уламків 0,1-0,01 мм;
- глинисті, або пелїти, розмір уламків від 0,01 до 0,005 мм.

За формою уламки поділяються на обкатані, напівобкатані та не обкатані, кутасті (рис. 3.1).



а

б

Рисунок 3.1 – Цементовані кутасті уламки брекчії (а) та напівобкатані уламки конгломерату (б).

Ступінь обкатаності залежить від того, на яку відстань, за який час та яким способом (водою, вітром, льодовиком) переносилися уламки. Саме розмір і форма уламків покладені в основу класифікації уламкових порід (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Класифікація уламкових порід

Групи гірських порід	Розмір уламків, мм	Пухкі породи		Зцементовані породи	
		Обкатані уламки	Кутасті уламки	Обкатані уламки	Кутасті уламки
Грубоуламкові породи (псефіти)	Крупні >200	Валуни	Брили	Конгломерати	Брекчія
	Середні 200-10	Галька	Щебінка		
	Дрібні 10-2	Гравій	Жорства	Гравеліти	
Піщані породи (псаміти)	Грубі, 2-1	Піски грубозернисті		Пісковики грубозернисті	
	Крупні 1-0,5	Піски крупнозернисті		Пісковики крупнозернисті	
	Середні 0,5-0,25	Піски середньозернисті		Пісковики середньозернисті	
	Дрібні 0,25-0,1	Піски дрібнозернисті		Пісковики дрібнозернисті	
Алевритові породи (алеврити)	0,1-0,01	Алеврити		Алевроліти	
Глинисті породи (пеліти)	<0,01	Глини		Аргіліти	

Уламкові породи можуть бути пухкими (не зцементованими) або скріпленими цементом (зцементованими). За складом цемент може бути кременистим, залізистим і карбонатним. До структурних особливостей уламкових порід відноситься також їх пористість. Розрізняють пористість грубу, крупну, дрібну та тонку.

Хемогенні породи – це осадові породи, які утворилися в результаті випадіння мінеральних солей із водних розчинів. Вони формуються, в основному, на дні водойм (океанів, морів, озер, боліт). Хемогенними є також відклади підземних вод, представлені сталактитами, сталагмітами.

Структури хемогенних порід визначаються агрегатним станом мінералів, які їх складають (*кристалічна* або *аморфна*), і розмірами зерен. Розрізняють *яснозернисту* (розмір зерен більше 0,1 мм) *тонкозернисту* (0,1-0,01 мм) і *прихованозернисту* (<0,01 мм) структури. Окрім того, для хемогенних порід (боксити, залізні та марганцеві руди) характерна оолітова структура.

В основу класифікації хемогенних гірських порід покладений їх хімічний склад (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Класифікація хемогенних гірських порід

Найменування породи (мінеральний склад)	Структура	Текстура	Середовище утворення
Вапняк (кальцит)	Тонкозерниста	Масивна, Пориста	Моря, океани
Мергель (кальцит, каолінит)	Тонкозерниста	Тонкопориста	Моря, океани
Гіпс (гіпс)	Кристалічна	Масивна	Мілководні озера, моря
Кам'яна сіль (галіт)	Кристалічна	Масивна	Мілководні моря
Бурий залізняк (лімоніт)	Оолітова	Пориста	Болота, озера, шельф морів
Боксит (б'оміт, діаспор, гібсит)	Оолітова, зерниста, уламкова	Плямиста	Суша, вологі тропіки



Виділяють такі групи порід:

- карбонати (вапняк, мергель);
- сульфати і галоїди (гіпс і кам'яна сіль відповідно);
- оксиди і гідроксиди заліза (бурий залізняк) і алюмінію (боксит).

Вапняк є одною із найбільш поширених осадових порід. Складається з мінералу кальциту, який реагує із соляною кислотою. Колір вапняку змінюється від білого до світло-жовтого, сірого, інколи майже до чорного. Структура породи переважно тонкозерниста, текстура масивна або пориста.

Мергель – це глинистий вапняк, в якому вміст глинистих часток досягає 50 %. Найчастіше мергель має чітко виражену шарувату будову, внаслідок чого розколюється вздовж шаруватості на окремі пластини. Головною властивістю є реакція із соляною кислотою, після якої залишається брудна пляма.

Гіпс зустрічається у вигляді світло забарвлених зернистих агрегатів, які складені мінералом гіпсом. Різні домішки можуть надавати йому різноманітних відтінків. Порода легко дряпається нігтем.

Кам'яна сіль утворює скупчення прозорих кристалів галіту. Найчастіше має білий колір, рідше світло-сірий, жовтуватий за рахунок домішок. Індивідуальна діагностична ознака – солоний смак.

Бурий залізняк(лімоніт) утворюється в результаті випадіння в осадок гідратів оксидів заліза водних розчинів. Порода може мати оолітову і шкарлупувату структуру і масивну, кавернозну або конкреційну текстуру. Характерною властивістю бурого залізняка є жовто-бура риска.

Боксит характеризується різноманітним зовнішнім виглядом. Присутність в породі гідроксидів заліза надає породі червоного, бурого, коричневого, зеленувато-сірого забарвлення; зустрічаються також сірі, білі, жовті, чорні різновиди. Структура породи здебільшого оолітова, зерниста та уламкова. Боксити є головним джерелом видобутку алюмінію.

Органогенні осадові породи в природі тісно пов'язані з хемогенними і утворюються в результаті накопичення залишків організмів і рослин. Головні органогенні осадові породи – це вапняк-черепашник, крейда, торф, горючі сланці, буре і кам'яне вугілля, антрацит, нафта. Найбільш поширеними серед них є вапняки органогенного походження – *вапняки-черепашники*, які складені залишками скелетів організмів. За видовою приналежністю органічних решток виділяються вапняки коралові, брахіоподові, фузулінові та інші. За ступенем цілісності органічних решток виділяються такі типи структур:

- органогенна (порода складена майже не пошкодженими залишками організмів і рослин);
- органогенно-уламкова (приблизно в рівних кількостях присутні вцілілі та подрібнені рештки);
- детритова (порода представлена уламками черепашок, скелетів, частками рослин).

Іноді органічні рештки настільки дрібні, що їх первинну природу можна виявити лише під мікроскопом. Таким прикладом є *крейда*, що складається з мікроскопічних решток молюсків (форамініфер) і вапнистих водоростей (коколітофорид). В залежності від походження органічної речовини розрізняють структури:

- зоогенну, коли органічна речовина представлена залишками представників тваринного світу;
- фітогенну, якщо спостерігаються рослинні залишки.

Текстура органогенних порід переважно шарувата, пориста, рідше масивна. Класифікація органогенних гірських порід приведена в табл. 3.

Таблиця 3.3 – Класифікація органогенних осадових гірських порід

Найменування породи	Структура	Текстура	Умови утворення
Вапняк-черепашник	Органогенна	Пориста	Світовий океан
Крейда	Детритова	Масивна, мікропориста	Світовий океан
Горючий сланець	Тонкозерниста	Щільна, шарувата	Мілководдя
Торф	Фітогенна	Пухка, землиста	Болото
Буре вугілля	Фітогенна	Щільна, мікропориста	Болота, озера, лагуни
Кам'яне вугілля	Фітогенна	Щільна	Болота, озера, лагуни

Торф – це пухка порода жовтого, бурого або чорного кольору, що містить значну кількість рослинних рештків (листя, стебла, коріння, мохи тощо). Він утворюється при неповному розкладанні в болотах рослинності за участю безкисневих (анаеробних) бактерій. Торф є легкою і м'якою породою, що розрізається ножом. Із торфу в глибинних умовах під дією підвищених температур і тиску утворюється спочатку буре, а потім кам'яне вугілля

Буре вугілля характеризується темно-бурым або чорним забарвленням, щільною текстурою, землистим зламом, матовим блиском. Зустрічаються нерозкладені рештки рослин.

Кам'яне вугілля – це результат подальшого процесу вуглефікації органічної речовини. Порода має чорний колір, більшу ніж у бурого вугілля щільність, раковистий злам. Нерозкладені рештки рослин відсутні.

Антрацит – результат найвищого ступеню перетворення органічної речовини в умовах високих температур і тисків. У порівнянні з кам'яним вугіллям володіє вищою твердістю – 2-2,5. Порода чорного кольору з сіруватим відтінком і сильним металевим блиском, щільна, не залишає брудного сліду на руках.

Горючий сланець – це змішана порода уламкового і органогенного походження. Утворюється на дні водних басейнів при одночасному накопиченні органічної речовини (від 20 до 60 %) і глинистого та вапнистого матеріалу. Забарвлення сіре, кремове, злам раковистий. При згоранні чутно сильний запах бітуму.



### **Завдання для виконання роботи.**

Заповнити таблицю 3.4, використовуючи теоретичні дані наведені в практичній роботі та самостійно знайдені в Інтернеті.

Таблиця 3. 4 – Опис осадових гірських порід

Структура	Текстура	Характеристика породи			Назва породи, генетичний тип, приклад (фото)
		Мінеральний склад	Колір	Реакція з НСІ	



## Практична робота №4. Визначення елементів залягання шарів гірських порід непрямыми методами

Гірські породи осадового походження залягають у виді шарів або пластів (якщо мова йде про корисну копалину – вугілля, залізні руди, кам'яну сіль та ін.). Шари утворюються в результаті накопичення на дні водойми різноманітних осадків, тому первинна форма їх залягання – горизонтальна. Подальші напруги в земній корі деформували гірські породи; в них утворилися різноманітні тектонічні порушення – складчасті та розривні. У результаті шари набули похилого і навіть переверненого залягання. Найбільш поширеною формою похилого залягання є моноклінальна.

Монокліналлю (від грецького моно – один, кліно – нахилляю) називається тектонічна структура, у якій нахил шарів спрямований в одну сторону на значному протязі.

### ***Елементи залягання шару.***

Для характеристики будь-якої геологічної структури (будь то монокліналь або розривне порушення, тектонічна тріщина, кліваж або сланцюватість у метаморфічних товщах, первинні смугастість і лінійність в інтрузивах, рудна жила або пласт вугілля та ін.) необхідно мати точне уявлення про залягання цих геологічних поверхонь, тобто про положення їх у просторі щодо сторін світу і горизонтальної поверхні. Під час вивчення залягання геологічних тіл використовуються різноманітні методи. Найбільш часто зустрічається задача визначення залягання шарів гірських порід.

Шар – це геологічне тіло, яке складене однотипними породами й обмежене двома поверхнями – верхньої, що називається «покрівлею шару» і нижньої – «ґрунтом» або «підощвою шару». У випадку моноклінального залягання шар являє собою похилу площину (умовно прийняту в покрівлі або підощві), просторове положення якої визначається елементами залягання – лініями простягання і падіння, їхніми азимутами і кутом падіння.

Лінією простягання (або простяганням) називається уявлювана лінія перетинання шару з горизонтальною площиною (рис. 4.1,а).

Лінією падіння (або падінням) називається лінія, уздовж якої спостерігається максимальний нахил шарів до горизонту (рис. 4.1,а). Лінія падіння завжди є перпендикулярною до лінії простягання. Інша лінія, яка також є перпендикулярною до лінії простягання, але спрямована нагору, убік, обернений лінії падіння, називається лінією підняття шару(рис. 4.1,а).

Кутом падіння взагалі називається двогранний кут між якоюсь поверхнею шару (покрівля, підощва) і горизонтальною площиною. Кут між лінією падіння та її горизонтальною проекцією називається істинним кутом падіння (рис. 4.1,а). Кут падіння змінюється в межах від 0 до 90°. Значення кута падіння більше 90° не існує. Кут падіння умовно позначається буквою  $\alpha$  (альфа).

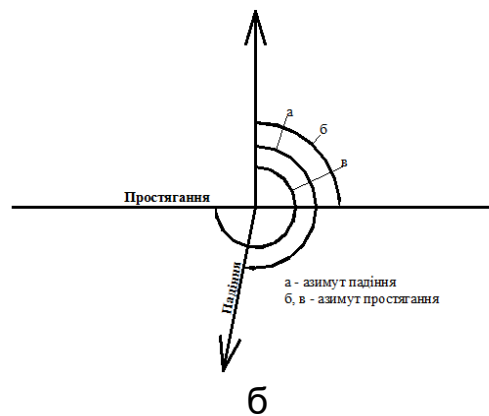
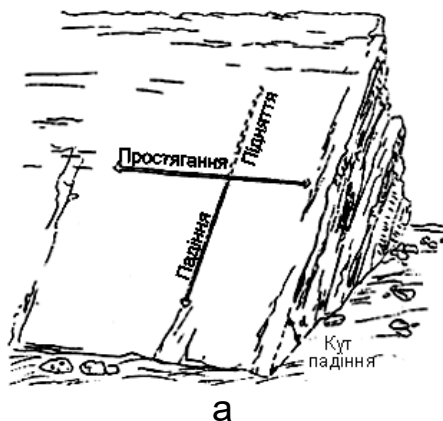


Рисунок 4.1 – Елементи залягання шарів гірських порід у відслоненні (а) і на плані (б).

Азимут простягання називається горизонтальний кут між лінією простягання і північним напрямком географічного меридіану, вимірний за рухом стрілки годинника. Лінія простягання має два діаметрально протилежних напрямки, а, отже, і два азимути, що відрізняються між собою на 180 градусів (рис. 4.1,б).

Азимут падіння називається кут між проекцією лінії падіння на горизонтальну площину і північним напрямком географічного меридіану, вимірний за рухом стрілки годинника. На відміну від азимута простягання азимут падіння має тільки один напрямок і може змінюватися в межах від 0 до 360°. Азимут падіння умовно позначається знаком  $\odot$ , його цифрове значення супроводжується літерним позначенням сторін світу – румбів<sup>1</sup> (ПнС, ПдС, ПдЗ, ПнЗ).

Завдяки тому, що лінії падіння і простягання взаємно перпендикулярні, їх азимути відрізняються на 90°. Отже, якщо встановлений азимут падіння, то можна визначити і азимут простягання, додаючи або віднімаючи 90° зі значення азимута падіння, щоб отримане значення азимута простягання знаходилося в межах 270°-0°-90°, оскільки в північній півкулі звичайно користуються північними румбами. Для зручності обчислень рекомендується застосовувати діаграму (рис. 4.2).

Обернену операцію (знаючи азимут простягання визначити азимут падіння) зробити не можна, оскільки лінія падіння є напрямком, тому механічне віднімання або додавання 90° до одного з азимутів простягання може призвести до помилки визначення азимута падіння на 180°. Це неприпустимо, тому що в такому випадку ми одержимо напрямок, обернений падінню.

<sup>1</sup>Румб – це гострий кут між напрямком лінії та найближчим меридіаном – північним або південним, тобто румбиможуть бути північними (північно-східними та північно-західними), а також південними (південно-східними та південно-західними).

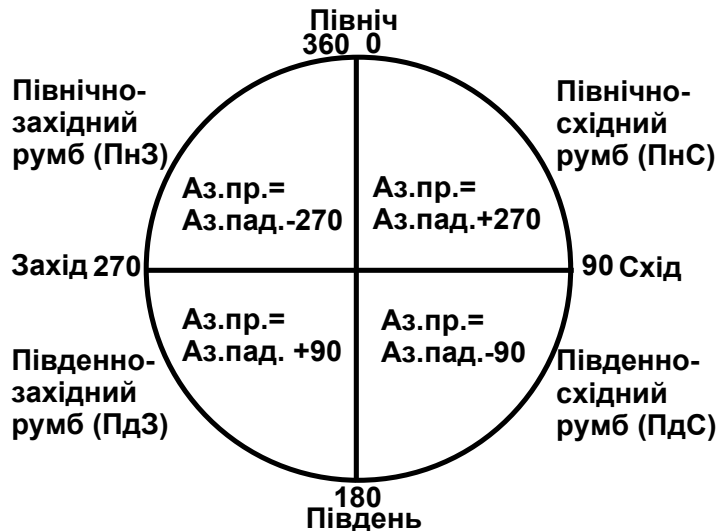


Рисунок 4.2 – Діаграма для визначення азимутів простягання

У випадку, якщо породи залягають горизонтально (рис. 4.3,а), визначити лінії падіння і простягання не виявляється можливим, оскільки напрямку падіння в такому випадку не існує, тому лінія простягання також відсутня, а кут падіння дорівнює нулю. Якщо ж породи залягають вертикально (рис. 4.3,б), то лінія простягання існує, а лінія падіння спрямована вертикально униз і на горизонтальній площині вироджується в точку, і визначити її азимут не можна.

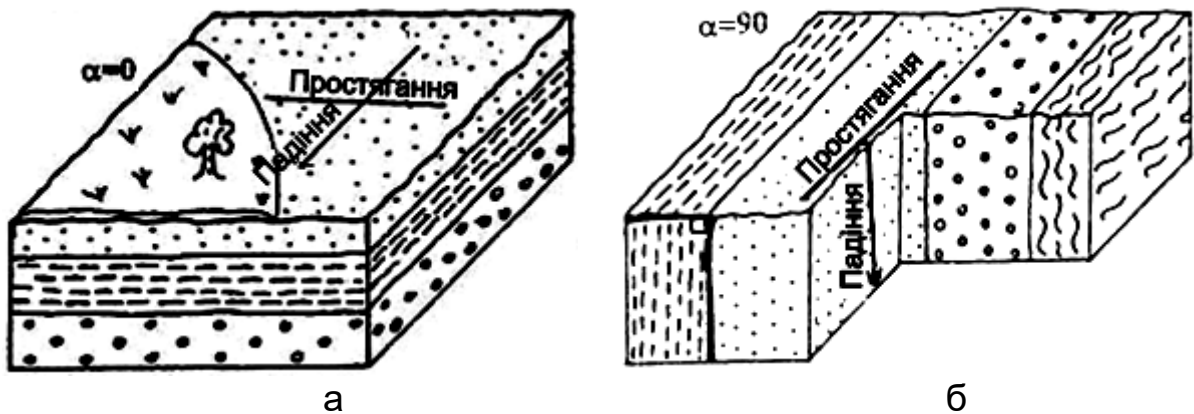


Рисунок 4.3 – Елементи залягання шарів гірських порід у випадку горизонтального (а) та вертикального (б) залягання

Елементи залягання шару визначаються прямим шляхом (за допомогою гірничого компаса) або непрямыми засобами (графічними побудовами, аналітичними обчисленнями).

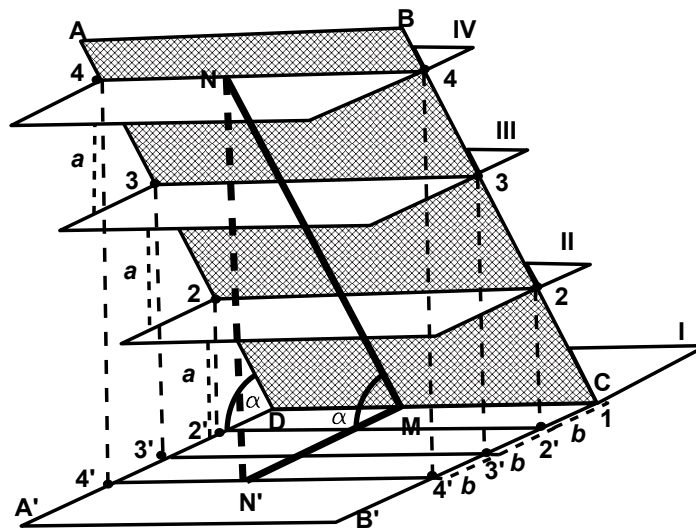
У природних умовах далеко не завжди вдається виміряти елементи залягання шарів (пластів) за допомогою гірничого компаса. Наприклад, якщо породи перекриті наносами, або відслонюються фрагментарно, зробити це дуже складно, а інколи й неможливо. Тому часто застосовують непрямі методи їх визначення. Таких методів розроблено багато і практично всі вони пов'язані з поняттям стратоізогіпса або ізогіпса.

Взагалі в понятті «ізолінія» приставка «ізо-» означає «рівний, однаковий», тобто «ізолінія» – це лінія, що з'єднує точки з будь-якими однаковими значеннями. Так, «ізотерма» – лінія, що з'єднує точки з однаковими значеннями температур; «ізобара» – з однаковими значеннями тиску.

Лінія, що з'єднує точки рельєфу з однаковими абсолютними значеннями, називається горизонталлю.

Лінія, що з'єднує точки будь якої поверхні шару гірської породи (покрівлі або підосви) з однаковими абсолютними значеннями, називається ізогіпсою.

Таким чином, поняття ізогіпси і горизонталі тотожні, проте горизонталі відтворюють карту рельєфу місцевості, а ізогіпси – карту рельєфу поверхні шару. На відміну від горизонталей, ізогіпси можуть розташовуватися нижче земної поверхні. На поверхні шару ізогіпса збігається з лінією простягання, тобто ізогіпса – це проекція лінії простягання шару на горизонтальну площину. На поверхні нахиленого шару можна провести нескінченну кількість ліній падіння і простягання, проте, якщо положення ліній падіння в просторі не змінюється, то лінії простягання знаходяться на різних висотних рівнях і мають різні абсолютні значення (рис. 4.4).



ABCD - нахилена поверхня

A'B'CD - вертикальна проекція її на горизонтальну площину;

1-1, 2-2, 3-3, 4-4 – лінії простягання нахиленої поверхні при перетинанні її горизонтальними поверхнями I, II, III, IV;

2'-2', 3'-3', 4'-4' – ізогіпси (вертикальні проекції ліній простягання нахиленої поверхні на горизонтальну площину)

NM – лінія падіння нахиленої поверхні;

N'M – вертикальна проекція лінії падіння;

a – переріз ізогіпс (інтервал горизонтальних перерізів нахиленої площини);

b – закладання ізогіпс (інтервал відстаней ізогіпс на горизонтальній площині)

$\alpha$  – кут падіння похилої поверхні

Рисунок 4.4 – Елементи залягання нахиленої поверхні і зображення їх на горизонтальній площині



Положення ізогіпс на площині можна охарактеризувати за допомогою понять «переріз» і «закладання» ізогіпс.

Перерізом ізогіпс називається перевищення відмітки однієї ізогіпси над іншою у вертикальному напрямку. Позначається буквою «а» (рис. 4.4).

Закладанням ізогіпс називається відстань між їх проекціями на горизонтальну площину (рис. 4.4).

З рисунку 4.4 легко побачити, що положення ізогіпс на горизонтальній площині безпосередньо пов'язано з кутом нахилу цієї площини – кутом падіння. Дійсно, якщо змінюється кут нахилу, то відстань *b* (закладання) буде або збільшуватися (при зменшенні нахилу), або зменшуватися (при збільшенні нахилу). У випадку горизонтального залягання закладання прагне до безмежності, а у випадку вертикального – ізогіпси зіллються в одну лінію.

З рисунку 4.4 видно, що знаючи розмір перерізу і закладання ізогіпс можна визначити кут падіння шару за наступною формулою:

$$\alpha = \arctg(a/b) \quad (4.1)$$

Під час роботи з ізогіпсами необхідно пам'ятати декілька основних правил:

1. Ізогіпси одного шару на карті не перетинаються.
2. У плані ізогіпси паралельні одна одній.
3. Ізогіпса є проекцією лінії простягання.
4. Лінія падіння завжди є перпендикулярною ізогіпсам і спрямована у бік ізогіпси з найменшою позначкою, тобто по падінню шару.
5. В плані переріз ізогіпс дорівнює різниці абсолютних значень сусідніх ізогіпс, а закладання – вимірюється як найкоротша відстань між ними на горизонтальній площині.

### ***Непрямий спосіб визначення елементів залягання вугільного пласта за даними буріння свердловин.***

Цей спосіб застосовується в тому випадку, коли пласт (шар) відслонюється фрагментарно на різних рівнях рельєфу або коли він розкритий на різних глибинах земної кори в результаті буріння свердловин.

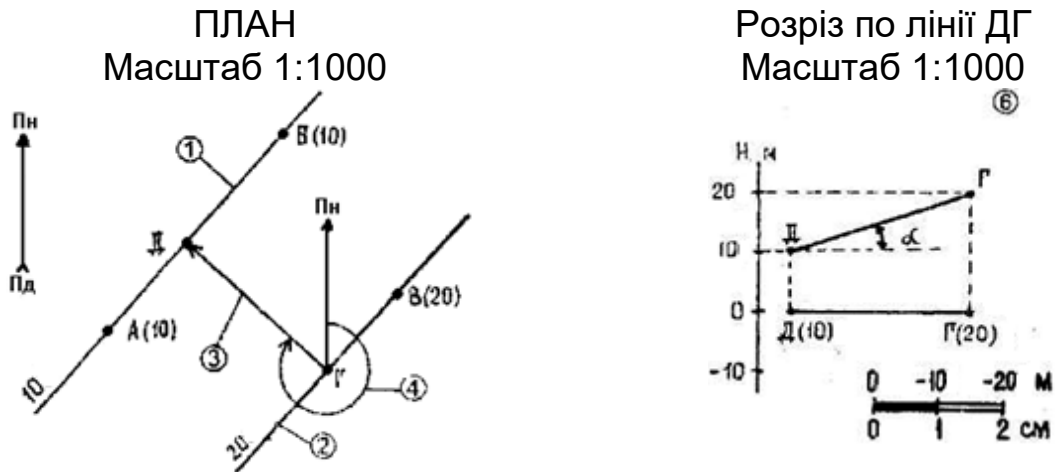
#### **Завдання 1**

**Приклад 1.** На ділянці місцевості пробурені три свердловини А, Б и В, що зустріли вугільний пласт на глибинах: А=100 м, Б=100 м, В=200 м. Треба визначити елементи залягання вугільного пласта. Положення свердловин показано на плані масштабу 1:1000 (рис. 4.5).

**Рішення:** (пункти рішення позначені на рис. 4.5 цифрами в кружечках)

1. Провести крізь рівновисокі точки А и Б пряму лінію – це буде ізогіпса зі значенням 100 м;
2. Через третю точку В провести пряму, паралельну побудованій – ізогіпсу зі значенням 200 м.

3. Нанести перпендикулярно ізогіпсам у будь-якому місці лінію падіння, напрямком – від більш високих значень до низьких;
4. Визначити азимут лінії падіння;
5. Визначити переріз і закладання ізогіпс, аналітично розрахувати кут падіння, використовуючи данні табл. 4.1.;



$$a=20 \text{ м} - 10 \text{ м} = 10 \text{ м}; b=\text{ДГ} (\text{см}) * 10 (\text{м/см}) = 3,0 * 10 (\text{м}) = 30 \text{ м}$$

$$\alpha = \arctg (a/b) = \arctg (10/30) = \arctg 0,33 \approx 18^\circ.$$

Відповідь:  $\odot$  ПнЗ 314, аз. пр. ПнС 44,  $\alpha=18$

Рисунок 4.5 – Визначення елементів залягання вугільного пласта за даними буріння трьох свердловин

6. Перевірити вірність розрахунків графічно. Для цього треба побудувати розріз по лінії падіння ГД: відрізок ГД вимірюється на плані та переноситься в поле розрізу, на його кінцях проставляються висотні позначки. Біля лівої точки або через неї (в даному випадку точка Д) проводиться шкала висот, що розбивається на інтервали, кратні перерізу ізогіпс (100 м) в масштабі 1:1000. Після цього кожна точка «підіймається» або «опускається» на відповідну висоту (точки Д і Г). Потім ці точки з'єднуються і в будь-якому місці отриманого похилого відрізка визначається кут його нахилу (падіння). Цей кут може відрізнитися від розрахованого за формулами на 1-2 градуси.

7. Записати розрахунки у вигляді відповіді.

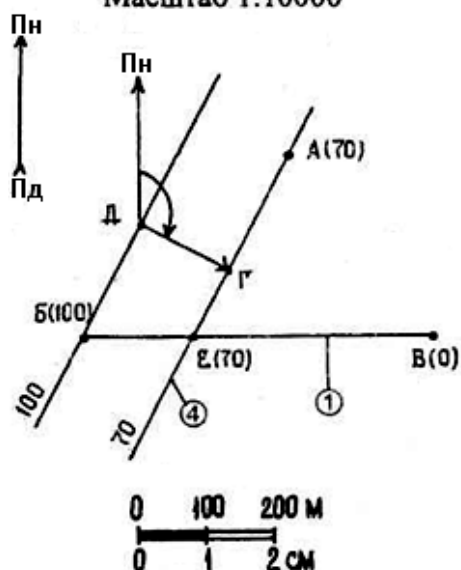
### Завдання 2

**Приклад 2.** Три свердловини розкрили водоносний горизонт на глибинах: А=70 м, Б=200 м, В=0 м. Треба визначити елементи залягання шару. Положення свердловин показано на плані масштабу 1:10000 (рис. 4.6).

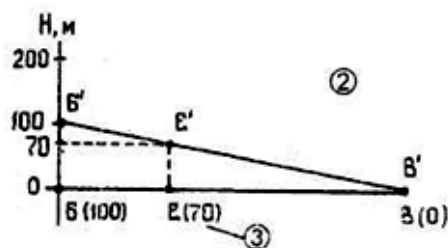
**Рішення:** (пункти рішення позначені на рис. 1 цифрами в кружечках)

1. З'єднати лінією точки з мінімальною і максимальною значеннями глибини (**Б** и **В**);
2. Побудувати допоміжний розріз по цій лінії (**БВ**);

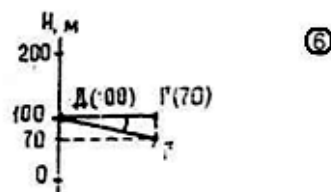
ПЛАН  
Масштаб 1:10000



Розріз по лінії БВ  
Масштаб 1:10000



Розріз по лінії ДГ  
Масштаб 1:10000



$$b = DG \text{ (cm)} * 100 \text{ (m/cm)} = 1,4 * 100 \text{ (m)} = 140 \text{ m}$$

$$\alpha = \arctg(a/b) = \arctg(30/140) = \arctg 0,21 \approx 12^\circ$$

Відповідь:  $\odot$  ПдС 118, аз. пр. ПнС 28,  $\alpha=12$

Рисунок 4.6 – Визначення елементів залягання шару за трьома точками з різними абсолютними відмітками глибин залягання шару (до прикладу 2).

3. На розрізі визначити положення точки Е зі значенням, рівним глибині точки А (70 м) на лінії БВ: на шкалі висот знайти значення 70 м, провести горизонтальний пунктир до перетинання з лінією БВ' і одержати точку Е'. Потім опустити з точки Е' перпендикуляр на лінію БВ і знайти точку Е та перенести її на лінію БВ на плані. Таким чином, одержали дві точки з однаковими значеннями глибин (А и Е) і подальше розв'язання аналогічне прикладу 1.

Вихідні дані для виконання роботи наведені в таблиці 4.1 (задача 2).

Таблиця 4.1 – Абсолютні позначки поверхні вугільного пласта, зустрінутого свердловинами А, Б, В (в метрах)

№ пп	Задача 1			Задача 2		
	Свердловини			Свердловини		
	А	Б	В	А	Б	В
1	25	70	25	27	53	-5
2	110	110	82	32	10	45
3	-10	30	-10	45	70	15
4	72	114	114	84	50	100
5	15	38	15	23	-10	47
6	61	80	61	67	100	25
7	43	25	43	215	183	236
8	61	65	61	-30	-15	-47
9	60	20	20	210	240	160



№ пп	Задача 1			Задача 2		
	Свердловини			Свердловини		
	А	Б	В	А	Б	В
10	100	78	78	55	17	90
11	0	-10	0	81	45	108
12	40	40	24	64	112	70
13	45	12	12	114	150	60
14	35	17	17	200	170	221
15	43	43	80	-100	-140	-78
16	31	55	31	-114	-88	-170
17	24	47	47	-40	-70	-14
18	112	80	98	68	100	70
19	40	40	62	82	30	115
20	180	156	180	53	22	71
21	480	520	520	74	98	60
22	180	180	217	26	-13	50
23	300	272	272	114	136	80
24	345	311	325	80	45	98
25	418	450	418	-5	15	-40



## Практична робота №5. Визначення потужності геологічних тіл

У практиці досліджень, пов'язаних з геометризацією надр, дуже поширеними є задачі визначення потужності геологічних тіл (верств, шарів, пластів, товщ, жил, водоносних горизонтів тощо). Параметр потужності необхідний для складання різних видів карт, розрізів, стратиграфічної колонки, підрахунку запасів корисних копалини. При визначенні потужності використовується вся доступна інформація, застосовуються різні методи. Найбільш простим є безпосереднє вимірювання істинної потужності в природних і штучних відслоненнях, гірничих виробках, бурових свердловинах. У тих випадках, коли немає умов для прямого виміру істинної потужності, доводиться використовувати графічні, аналітичні способи, а також їх комбінацію.

Покрівля та підшва шару майже завжди паралельні та мають однаковий кут нахилу. При нормальному заляганні покрівля обов'язково вища за підшву (рис. 5.1, а, б), але зустрічаються випадки, коли підшва вища за покрівлю (рис. 5.1в); в цьому разі кажуть про перекинуте залягання.

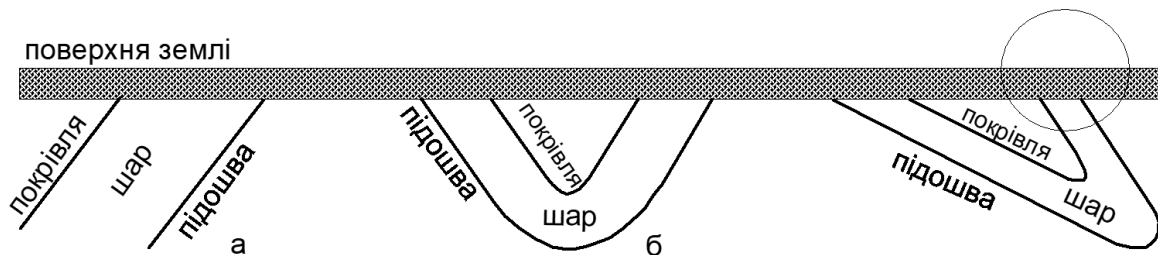


Рисунок 5.1 – Елементи будови шару (вертикальний розріз) при нормальному (а – моноклинальному, б – складчастому) та перекинутому (в; окреслено колом) заляганні

Потужністю шару називають відстань між підшвою і покрівлею.

Потужність шару, як правило, видержана по простяганню, проте можливі випадки зміни потужності як у більший бік у замках складок та роздувах шару, так і в менший бік за рахунок виклинювання шару по поверхні розмиву, або в результаті зміни умов осадконакопичення (наприклад, уздовж берегової лінії).

На практиці розрізняють наступні види потужності шару (рис. 5.2):

- істинна потужність – найкоротша відстань між покрівлею та підшвою. Вона позначається літерою  $m$ . Лінія, вздовж якої вимірюється істинна потужність завжди перпендикулярна підшві та покрівлі шару;

- горизонтальна потужність – відстань між покрівлею та підшвою шару, яка виміряна в горизонтальному напрямку, позначається символом  $M_g$ ;

- вертикальна потужність – відстань між кривлею та підшвою шару,

яка визначена у вертикальному напрямку (наприклад, у вертикальній стінці обриву або у свердловині), позначається символом  $M_v$ ;

– випадкова (видима) потужність – це відстань між кривлею та підошвою шару, яка виміряна у будь якому напрямку, що відрізняється від перелічених, позначається символом  $M_c$ .

Слід запам'ятати, що  $M_g$ ,  $M_c$ ,  $M_v$  завжди більші або в окремих випадках дорівнюють істинній потужності.

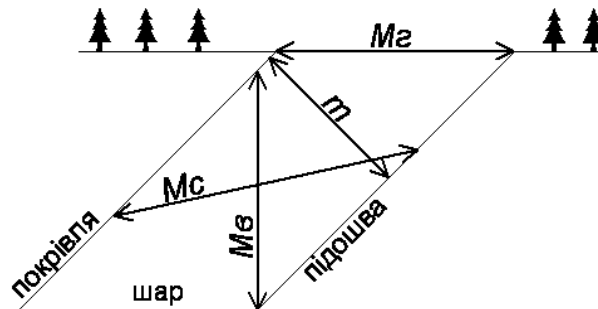


Рисунок 5.2 – Види потужності шару у вертикальному розрізі:  $m$  – істинна потужність,  $M_g$  – горизонтальна потужність,  $M_v$  – вертикальна потужність;  $M_c$  – випадкова потужність

При вивченні відслонень в польових умовах необхідно встановити потужність кожного окремого шару. Зазвичай, це роблять безпосереднім вимірюванням за допомогою рулетки або лінійки. У відслоненні визначення істинної потужності шару можливе лише тоді, коли поверхня відслонення перпендикулярна площині шару. Такі сприятливі умови вкрай рідкі, набагато частіше зустрічаються випадки, коли можна виміряти тільки видиму (випадкову) потужність. Для визначення істинної потужності, коли відома випадкова, існують різні методи.

***Визначення потужності шарів гірських порід при випадкових вимірах, зроблених перпендикулярно простяганню шару.***

Випадки, коли вимір потужності шару можна зробити перпендикулярно лінії простягання, зустрічаються доволі часто, наприклад, коли шар або пласт виходять на денну поверхню розчленованого рельєфу, тобто на карті або плані має місце ситуація, зображена на рис. 5.3.

Загальна формула для визначення істинної потужності має вигляд:

$$m = M \cdot \sin(\alpha \pm \beta) \quad (5.1)$$

де:  $m$  – істинна потужність;

$M_v$  – видима потужність (загальне позначення  $M_g$ ,  $M_v$ ,  $M_c$ );

$\alpha$  – кут падіння шару;

$\beta$  – кут нахилу лінії виміру відносно горизонтальної площини.

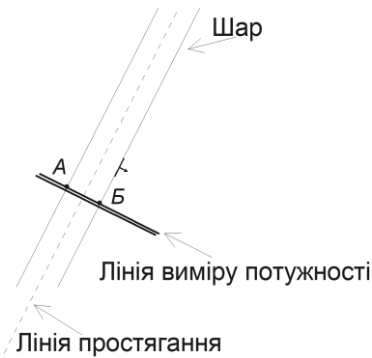


Рисунок. 5.3 – Положення на плані лінії виміру потужності шару перпендикулярно його простягання.

Для розв'язання задач з визначення істинної потужності шару необхідно знати такі параметри:

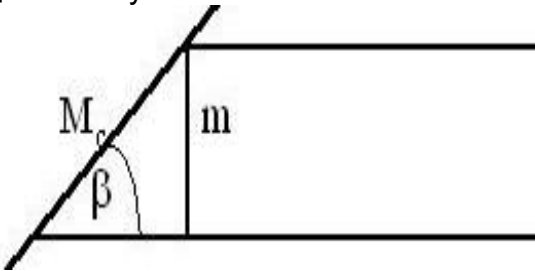
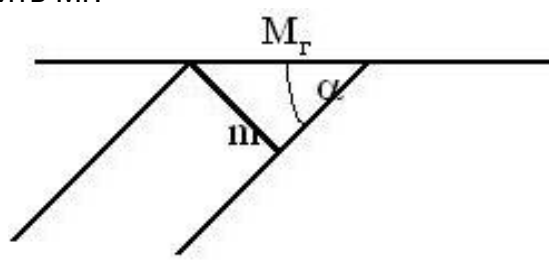
$\alpha$  – кут падіння шару;

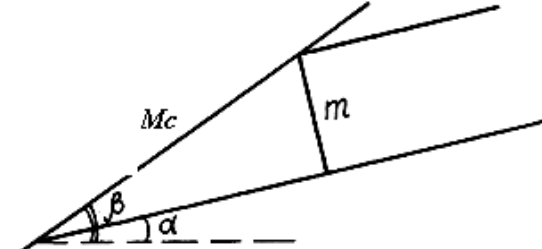
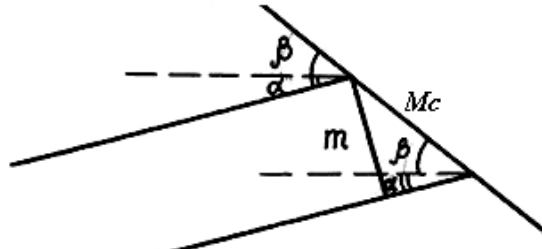
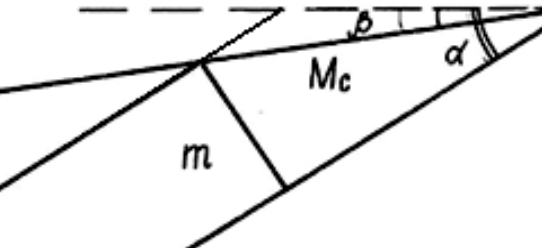
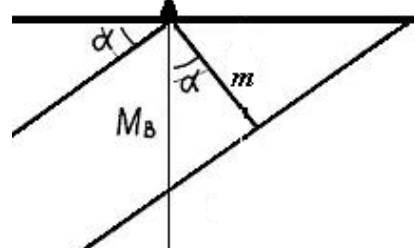
$\beta$  – кут нахилу лінії виміру відносно горизонтальної площини;

$M_g, M_b, M_c$  – значення виміряної потужності.

Існують декілька варіантів вирішення задач подібного роду, основні з яких наведені в таблиці 5.1, де разом з графічними поясненнями наводяться відповідні формули для аналітичного визначення істинної потужності.

Таблиця 5.1 – Типові ситуації при вимірі випадкової потужності шару гірської породи

<p>Шар залягає горизонтально (<math>\alpha=0</math>), лінія виміру потужності має кут нахилу <math>\beta</math>, випадкова потужність становить <math>M_c</math>:</p>  <p style="text-align: center;"><math>m = M_c \cdot \sin \beta</math></p>	<p>Шар залягає моноклінально під кутом <math>\alpha</math>, лінія виміру потужності горизонтальна (<math>\beta=0</math>), випадкова потужність становить <math>M_g</math>:</p>  <p style="text-align: center;"><math>m = M_g \cdot \sin \alpha</math></p>
<p>Шар залягає під кутом <math>\alpha</math>, лінія виміру потужності має кут нахилу <math>\beta</math>, випадкова потужність становить <math>M_c</math>, падіння шару та нахил лінії виміру мають однаковий напрямок, <math>\alpha &lt; \beta</math>:</p>	<p>Шар залягає моноклінально під кутом <math>\alpha</math>, лінія виміру потужності має кут нахилу <math>\beta</math>, випадкова потужність становить <math>M_c</math>, падіння шару та нахил лінії виміру мають протилежний напрямок, <math>\alpha &lt; \beta</math> або <math>\alpha &gt; \beta</math>:</p>

 $m = M_c \cdot \sin(\beta - \alpha)$	 $m = M_c \cdot \sin(\alpha + \beta)$
<p>Шар залягає під кутом <math>\alpha</math>, лінія виміру потужності має кут похилу <math>\beta</math>, випадкова потужність становить <math>M_c</math>, падіння шару та нахил лінії виміру мають однаковий напрямок, <math>\alpha &gt; \beta</math>:</p>  $m = M_c \cdot \sin(\alpha - \beta)$	<p>Шар залягає під кутом <math>\alpha</math>, лінія виміру потужності вертикальна (<math>\beta = 90^\circ</math>), випадкова потужність становить <math>M_v</math>:</p>  $m = M_v \cdot \cos \alpha$

**Завдання до роботи:** вирішити задачі, формулювання яких наведено нижче, а вихідні дані за варіантами – в табл. 5.2

1. Визначити істинну потужність ( $m$ ) шару, який залягає горизонтально, якщо відома випадкова потужність  $M_c$ . Вимір зроблений під кутом  $\beta$  до горизонтальної площини.

2. Встановити ширину виходу на схил (випадкову потужність  $M_c$ ) шару, який залягає моноклінально, якщо відома його істинна потужність  $m$  та кут падіння  $\alpha$ . Кут схилу  $\beta$ , схил та падіння шару мають однаковий напрямок.

3. Визначити ширину виходу на вертикальну стінку обриву (вертикальну потужність  $M_v$ ) пласта, який залягає моноклінально, якщо відома істинна потужність  $m$  і кут падіння шару  $\alpha$ .

4. Встановити горизонтальну потужність  $M_g$  шару, який залягає моноклінально, якщо відома істинна потужність  $m$  і кут падіння шару  $\alpha$ .

5. На схилі, який має уклон протилежний падінню шару виміряна його випадкова потужність  $M_c$ . Треба визначити істинну потужність  $m$  пласта, який залягає моноклінально, якщо відомий кут падіння  $\alpha$ , та кут схилу  $\beta$ .

6. Визначити істинну потужність  $m$  шару, що залягає моноклінально під кутом  $\alpha$ , якщо відомий випадковий вимір  $M_c$ , одержаний під кутом  $\beta$  в сторону падіння шару.

7. Визначити істинну потужність  $m$  шару, який залягає монокліна-

льно під кутом  $\alpha$ , якщо відомий випадковий вимір  $M_c$ , одержаний під кутом  $\beta$  у бік, зворотній падінню шару.

8. Визначити ширину виходу на схил (випадкову потужність  $M_c$ ) горизонтального шару з істинною потужністю  $m$ , якщо відомий кут схилу до горизонту  $\beta$ .

Робота виконується на білому щільному аркуші формату А4 і оформлюється таким чином.

Кожна задача повинна бути представлена на окремому аркуші, де спочатку наводять коротку умову, потім креслення в одному із стандартних масштабів (1:10000, 1:50000, 1:2000, 1:1000;), далі аналітичні розрахунки і відповідь. Розбіжність між розрахунковими і графічними відповідями не повинна перевищувати 1 мм в масштабі креслень.

Таблиця 5.2 – Вихідні дані для виконання практичної роботи

Варіанти	Задача 1		Задача 2			Задача 3		Задача 4		Задача 5			Задача 6			Задача 7			Задача 8	
	$\beta$	$M_c$	$\alpha$	$\beta$	$m$	$\alpha$	$m$	$\alpha$	$m$	$\alpha$	$\beta$	$M_c$	$\alpha$	$\beta$	$M_c$	$\alpha$	$\beta$	$m$	$\beta$	$m$
1	10	100	70	20	50+2·№ по журналу	20	30	15	10	20	40	100+2·№ по журналу	40	20	100+2·№ по журналу	20	10	50+2·№ по журналу	10	50+2·№ по журналу
2	15	95	67	22		25	25	20	15	25	75		50	35		15	20		15	
3	20	90	65	25		30	20	25	18	30	30		55	40		20	30		20	
4	25	85	60	27		35	15	30	20	35	15		30	15		25	40		25	
5	30	80	50	30		40	20	35	23	40	30		45	20		30	35		30	
6	35	75	45	32		45	25	40	25	45	35		55	35		35	30		35	
7	40	70	40	30		40	30	45	30	50	10		45	27		40	25		40	
8	45	65	35	48		35	35	50	35	55	15		55	30		45	20		45	
9	50	60	30	40		30	30	55	37	25	50		40	27		50	15		50	
10	55	55	25	42		30	25	60	35	15	45		50	35		55	12		55	
12	60	50	20	45		20	20	65	32	20	40		45	30		50	10		60	
11	65	45	15	47		25	15	70	30	25	35		25	15		45	17		70	
12	60	50	20	45		20	20	65	32	20	40		45	30		50	10		60	
11	65	45	15	47		25	15	70	30	25	35		25	15		45	17		70	
13	70	40	20	50		25	20	65	28	20	35		52	40		30	10		65	
14	65	35	25	52		60	25	60	25	25	35		50	32		75	12		75	
15	60	30	30	55		35	30	55	23	15	55		40	25		70	15		73	
16	55	25	35	60		40	35	50	20	25	35		50	15		65	17		68	
17	50	30	40	62		45	40	45	18	30	20		43	27		60	20		63	
18	45	35	42	65		50	35	40	15	45	10		43	20		55	17		58	
19	40	40	45	70		55	30	35	12	40	20		53	32		50	15		53	
20	35	45	47	72	50	25	30	10	35	20	28	15	45	12	48					
21	30	50	50	75	45	20	25	30	30	25	28	12	40	10	43					

Примітка: № по журналу – порядковий номер здобувача в журналі академічної групи.



## **Практична робота №6. Побудова геологічних карт гірських порід, що залягають горизонтально**

При вивченні за допомогою мікроскопа дрібних об'єктів земної кори на рівні мінералів і гірських порід використовуються великі збільшення. При дослідженні крупних об'єктів – великих ділянок земної кори, навпаки, доводиться відобразити їх в масштабі, зменшувати, упускаючи при цьому частини, деталі, але виграючи в цілісності зображення. Одним з таких прийомів є складання геологічних карт, тобто своєрідних моделей крупних ділянок земної кори.

Геологічною картою називається вертикальна проекція на горизонтальну площину природних і штучних виходів гірських порід, яка виконана, як правило, в зменшеному масштабі.

Всі геологічні карти залежно від масштабу підрозділяються на п'ять типів: оглядові (дрібніше 1:1000000), які відображають геологічну будову континентів або держав; дрібномасштабні (регіональні 1:500000), що дають уяву про геологічну будову яких-небудь регіонів, об'єднаних спільністю геологічного розвитку (геологічна карта Карпат, Українського щита і ін.); середньомасштабні (1:200000 – 1:100000) – відображають геологічну будову окремих районів крупних геологічних структур (геологічна карта Дніпропетровської області), великомасштабні (1:50000 – 1:25000) та детальні (1:10000 – 1:1000) будуються для невеликих за площею ділянок земної кори (Геологічна карта Криворізького залізорудного басейну).

Зміст карти визначається її різновидом: геологічна, гідрогеологічна, геоморфологічна, прогнозна і т.д.

Роль геологічних карт дуже велика, вони є могутнім інструментом дослідження і пізнання будови земної кори, концентрують в собі об'ємну інформацію, яка накопичена, як в цілому по Україні, так і по окремим її регіонам.

Планшет геологічної карти повинен мати обов'язкові елементи: саму геологічну карту, стратиграфічну колонку, геологічні розрізи і умовні позначення.

Геологічні карти складаються і видаються у вигляді планшетів і мають ту ж номенклатуру, що топографічні планшети. Геологічна карта будується на топографічній основі, з якої за звичай видаляються умовні знаки, що не дають уяви про будову рельєфу. Горизонталі на дрібномасштабних картах часто теж розріджуються. Геологічна ситуація з акцентом на конкретний зміст залежно від різновиду карт відображається за допомогою умовних знаків складу, віку і умов залягання гірських порід (рис. 6.1). На власне геологічній, тобто віковій карті і на її різновидах в максимальній ступені видаляється покрив четвертинних континентальних відкладень, що займають 90% поверхні суші. На карті четвертинні відкладення показуються в тих випадках, коли неможливо встановити

будову порід, що їх підстиляють або, якщо четвертинні відкладення містять корисні копалини, наприклад, воду.

### Геологічна карта масштаб 1:10000

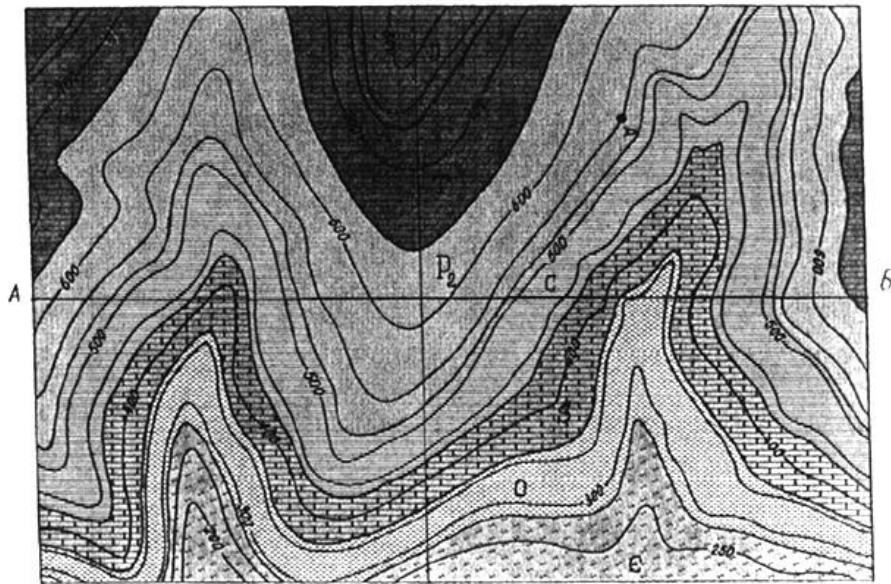


Рисунок 6.1 – Зразок геологічної карти

Стратиграфічна колонка (рис. 6.2) будується в лівій частині планшета геологічної карти. В ній повинні бути відображені вікова послідовність (система, відділ, індекс), потужність, склад всіх шарів гірських порід, які нанесені на геологічну карту або відомі за даними буріння. Масштаб стратиграфічної колонки повинен відповідати масштабу карти або може бути змінений, але так, щоб шар мінімальної потужності складав в масштабі колонки 4 мм.

#### Стратиграфічна колонка

Система	Відділ	Індекс	Стратиграфічна колонка	Потужність, м	Літологічний склад порід
Четвертинна	Q				Суцільні, піски, галечники
Крейдова	верхній	K <sub>2</sub>		35	Галечники з прошарками крупнозернистих пісків
		K <sub>1</sub>		15	Шаруваті світлі кварцові піски
Юрська	середній	J <sub>3</sub>		15	Бурі тонкошаруваті глини
		J <sub>2</sub>		20	Сірі шаруваті мергелі
Триасова	верхній	T <sub>3</sub>		28	Темно-сірі грубошаруваті вапняки

Рисунок 6.2 – Зразок стратиграфічної колонки

Залежно від складності геологічної будови району для кожного планшета геологічної карти будуються один або декілька розрізів. Лінії розрізів вибираються так, щоб можна було якнайповніше відобразити основні риси геологічної будови території, представленої на карті. При горизонтальному заляганні гірських порід найбільш раціональний напрям розрізу – лінія, що проходить через найвищу і найнижчу точки рельєфу, впоперек простягання найбільш крупної річкової долини. Масштаби розрізів повинні відповідати масштабу геологічної карти, виключенням є побудова розрізів товщ, які залягають горизонтально. В цьому випадку дозволено зменшувати вертикальний масштаб так, щоб його висота складала 10-12 см, а шар мінімальної потужності на розрізі - не менше 4 мм. На геологічному розрізі повинні бути представлені всі шари гірських порід, відомих за даними буріння або геологічними даними (рис. 6.3).

## Геологічний розріз за лінією А-Б

Масштаб   горизонтальний 1:10000  
              вертикальний  1:10000

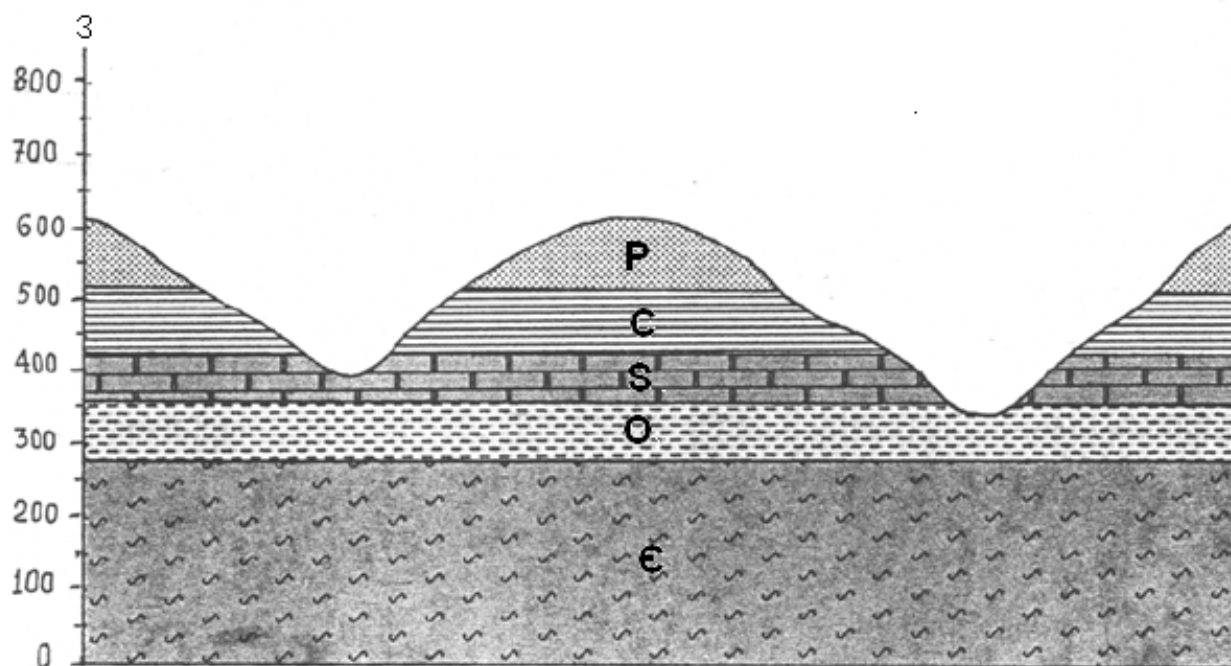


Рисунок 6.3 – Зразок побудови та оформлення геологічного розрізу

Умовні позначення повинні бути розміщені в правій частині планшета. Вони являють собою прямокутники розміром 1x2 см, куди виносяться всі умовні знаки з геологічної карти і розрізів, за допомогою яких описані: вік, літологічний склад порід (рис. 6.4). Умовні знаки повинні починатися з наймолодших за віком шарів осадових гірських порід, потім розшифровуються метаморфічні і магматичні гірські породи в тому ж віковому порядку. Закінчуються умовні позначення знаками ліній розрізів, горизонталей місцевості, свердловин, розривних порушень.



## Умовні позначки



Рисунок 6.4 – Зразок оформлення умовних позначень

### **Загальна характеристика горизонтального залягання шарів гірських порід та розпізнавання його на картах**

Горизонтальне залягання шарів гірських порід є первинним, непорушеним і властиво, як правило, молодим осадовим товщам. Горизонтальне або близьке до нього залягання обумовлене накопиченням і сортуванням осаду у водоймищах, за рахунок чого межі (покрівля і підшва) шарів гірських порід, що послідовно формуються, виявляються паралельними і горизонтальними. Горизонтальним залягання шарів вважається у тому випадку, коли кут їх нахилу не перевищує 5-7 градусів.

На геологічних картах з горизонталями шари гірських порід, що залягають горизонтально, розпізнаються за наступними ознаками.

1. Межі між шарами проходять паралельно або співпадають з горизонталями місцевості.

2. Межі між шарами мають неправильні, часто замкнуті контури, цілком залежні від характеру рельєфу. При достатньо розчленованому рельєфі шари мають вид паралельних смуг, що концентрично охоплюють підняття. У ярах і долинах річок ці смуги витягнуті уздовж схилів, причому молоді шари складають високі елементи рельєфу вододіли, а стародавні приурочені до берегів річок. Таким чином, спостерігається наступна закономірність: наймолодшим шарам відповідають найбільші абсолютні відмітки, а найстародавнішим – якнайменші.

3. При незначній розчленованості рельєфу шари, що залягають горизонтально, на карті відображаються або у вигляді одного суцільного поля, зафарбованого в колір найбільш молодшого шару гірських порід, або у вигляді декількох широких різнокольорових смуг.

## ***Побудова геологічної карти, стратиграфічної колонки і розрізу шарів гірських порід, що залягають горизонтально***

### **Порядок виконання роботи**

Перед виконанням лабораторної роботи кожному студенту видається індивідуальне завдання (Додатки Б, В) по одній з топографічних карт масштабу 1:1000 з перетином горизонталей через 10 м.

1. При побудові геологічних карт шарів гірських порід, що залягають горизонтально, першорядне значення має аналіз рельєфу, відображеного на топографічній карті. Необхідно визначити точки з максимальними і мінімальними відмітками рельєфу, а далі встановити вододіли, долини річок, схили, плато та ін.

2. Після аналізу рельєфу виконується безпосередньо побудова геологічної карти. Кожна геологічна межа (підшва або покрівля) має свою абсолютну відмітку (Додаток Б). Використовуючи ці абсолютні відмітки, наносять геологічні межі (підшву шару) на топографічну карту, підпорядковуючі їх конфігураціям горизонталей. Межі різновікових шарів співпадатимуть з відповідними по висоті горизонталями або знаходяться між ними, якщо абсолютна відмітка геологічної межі не кратна перетину горизонталей, тобто 10 м. У останньому випадку межі треба наносити шляхом простої інтерполяції між горизонталями з меншою і більшою абсолютної відмітками. Різновікові смуги виходу шарів на поверхню розфарбовують відповідно до легенди стратиграфічної колонки і заповнюють умовним знаком, складу гірських порід. Приклад побудови геологічної карти наведений на рис. 6.1.


3. Побудову стратиграфічної колонки починають з обчислення істинної потужності ( $m$ ) кожного шару, яка є найкоротшою відстанню між покрівлею і підшвою. При горизонтальному заляганні істинна потужність визначається як різниця абсолютних відміток покрівлі і підшви шару.

$$m = H_{\text{покрівлі}} - H_{\text{підшви}} \quad (6.1)$$

Для наймолодшого і найстародавнього шарів, розкритих свердловиною, істинну потужність визначити не можливо, оскільки в першому випадку не відома абсолютна відмітка покрівлі, а в другому – абсолютна відмітка підшви. В цих випадках потужність наймолодшого і найстародавнього шарів умовно приймають рівною 1 см в масштабі карти. Стратиграфічну колонку починають будувати з наймолодшого шару, поетапно доповнюючи шарами гірських порід, що залягають нижче. При горизонтальному заляганні масштаб стратиграфічної колонки відповідає масштабу карти або розрізу. Приклад побудови і оформлення стратиграфічної колонки наведений на рис. 6.2.


Лінію розрізу кожному студенту задає викладач.

Складання розрізу починають з побудови топографічного профілю,



після чого на нього переносять з карти точки перетину лінії розрізу з геологічними межами. Потім точки однойменної межі з'єднують горизонтальними лініями. При цьому рекомендується спочатку проводити межі найбільш молодих шарів, добудовуючи донизу все більш стародавні. Кожен шар на розрізі розфарбовують відповідно до легенди, проставляють віковий індекс шару і склад гірських порід умовним знаком. Зразок оформлення розрізу наведений на рис. 6.3.

Умовні позначення являють собою прямокутники розміром 1x2 см, куди виносяться знаками літологічний склад і віковий індекс відповідного шару. Поряд з прямокутниками наводиться опис умовного позначення. Кожен умовний знак нумерується, при цьому початкові номери відповідають самим молодим шарам, по мірі збільшення віку росте і номер умовного позначення. Завершуються умовні позначення знаками: лінія розрізу, свердловини і т.п. Умовні позначення розфарбовуються відповідно до віку тих або інших гірських порід. Правильне оформлення умовних позначень наведено на рис. 6.4.



**Практична робота №7.**  
**Побудова геологічних карт гірських порід,**  
**що залягають моноклінально**

При похилому заляганні шарів гірських порід в умовах нерозчленованого рельєфу ширина та форма їх виходів на денну поверхню буде визначатися тільки кутом падіння  $\alpha$ .

$$m = M_r \cdot \sin\alpha \quad (7.1)$$

Для побудови карти похилозалягаючих шарів гірських порід достатньо встановити кут падіння одного з шарів, інші будуть мати той же кут падіння.

**Завдання для виконання роботи**

Свердловина розкрила похилозалягаючу товщу з 6 шарів гірських порід. За даними буріння встановлені істинні потужності шарів та кут їх падіння (табл. 7.1). Побудувати геологічну карту, розріз та стратиграфічну колонку похилозалягаючих шарів гірських порід.

Перед тим як побудувати карту розраховують горизонтальну потужність кожного шару за формулою 7.1. Після цього з центру свердловини відкладають азимут падіння шару і перпендикулярно до цієї лінії проводять лінію простягання. Ця лінія простягання буде підшвою першого та покрівлею другого шару. Вздовж лінії падіння послідовно перпендикулярно лінії простягання відкладають горизонтальні потужності всіх інших шарів. Вік шарів гірських порід, крім першого, визначають за наступною закономірністю: Вік шарів зменшується при нормальному заляганні в сторону їх падіння (рис. 7.1).

Для оформлення карти її розфарбовують відповідно до віку шарів гірських порід, будують розріз та стратиграфічну колонку. Доповнюють карту умовними позначеннями.

Таблиця 7.1 – Вихідні дані для побудови карти шарів гірських порід, що залягають моноклінально

№ варіанту	Кут падіння шарів, α, град	Азимут падіння, град.	Істинна потужність шарів гірських порід, м						Вік порід першого шару
			1 Шар	2 Шар	3 Шар	4 Шар	5 Шар	6 Шар	
1	15	36	-	10	8	12	9	-	D <sub>2</sub>
2	20	44	-	15	10	11	16	-	C <sub>3</sub>
3	25	51	-	20	8	13	24	-	I <sub>1</sub>
4	29	54	-	18	22	7	27		P <sub>1</sub>
5	31	50	-	26	9	15	28		D <sub>3</sub>
6	23	30	-	30	12	19	23	-	C <sub>1</sub>
7	29	10	-	17	35	10	25		T <sub>3</sub>
8	27	15	-	18	29	22	27	-	I <sub>3</sub>
9	26	20	-	15	37	19	31		T <sub>1</sub>
10	18	25	-	29	14	40	20		C <sub>2</sub>
11	20	30	-	21	40	46	10		D <sub>1</sub>
12	12	35	-	10	7	11	5	-	O <sub>1</sub>
13	18	40	-	9	12	8	17		S <sub>1</sub>
14	22	45	-	12	18	7	20	-	P <sub>2</sub>
15	24	50	-	16	28	14	7		S <sub>2</sub>
16	28	45	-	25	19	28	31		K <sub>1</sub>
17	22	40	-	23	17	21	27		T <sub>2</sub>
18	25	35	-	28	22	10	30		I <sub>2</sub>
19	16	30	-	32	18	27	35		K <sub>2</sub>
20	29	25	-	22	27	31	16	-	O <sub>2</sub>
21	24	35	-	21	25	30	15	-	O <sub>2</sub>
22	15	40	-	30	20	25	32	-	I <sub>2</sub>
Склад шарів гірських порід			глини	піско-вики	вапняки	алевроліти	аргіліти	конгломерати	

# ГЕОЛОГІЧНА КАРТА М 1:1000

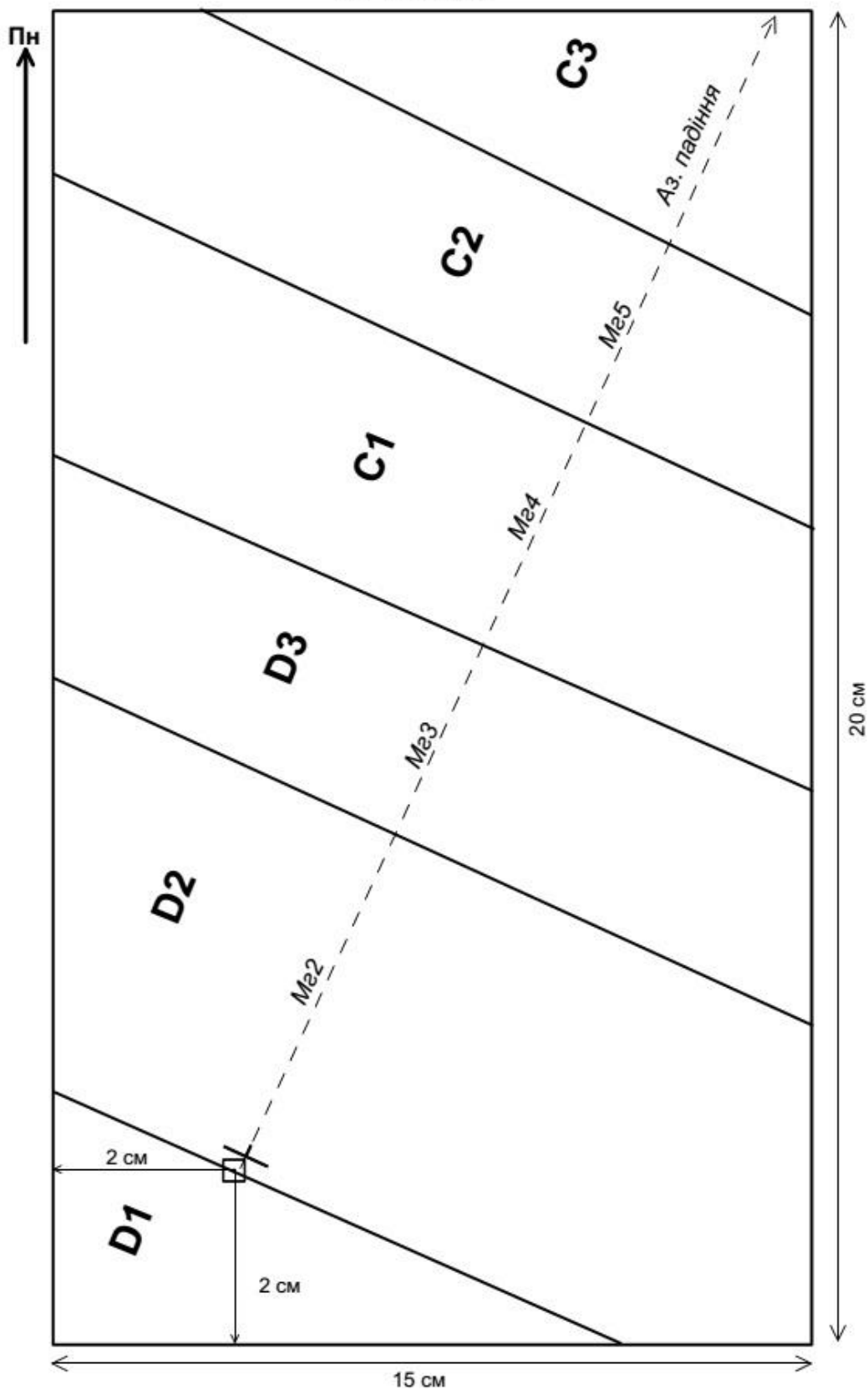


Рисунок 7.1 – Приклад побудови карти гірських порід, що залягають моноклінально.

## Каталог мінералів

Клас мінералів	Назва мінералу, хімічна формула	Діагностичні ознаки	Практичне використання
Самородний	Золото Au	Колір золотисто-жовтий. Риса жовта, блискуча. Твердість 2,5-3. Щільність 19,3 г/см <sup>3</sup> . Спайність відсутня. Злам занозистий. Ковке. Кристали октаедричного габітусу, дрібні зерна, листуваті, в розсипах – самородки.	Валютний метал. Використовується в ювелірній та зубопротезній справі, в електронній промисловості, в космічних апаратах і ядерних реакторах.
	Графіт C	Колір сталевосірий, чорний. Риса темно-сіра. Твердість 1. Щільність 2,1-2,3 г/см <sup>3</sup> . Спайність цілком досконала. Блиск напівметалевий. Кристали таблитчасті, також зернисті агрегати та луски.	Використовується в електротехнічній і атомній промисловості, як мастило, як сировина для виготовлення електродів, вогнетривких тиглів, штучних алмазів.
	Сірка S	Колір жовтий, медово-жовтий, світло-коричневий. Риса жовтувата. Твердість 1,5-2. Щільність 2,1 г/см <sup>3</sup> . Спайність середня. Блиск алмазний. Горить з характерним запахом. Кристали утворює рідко, частіше у вигляді землястих або натічних мас.	Використовується в резинотехнічній промисловості, в хімічній для виготовлення сірчаної кислоти, фарб, сірників, в піротехніці, для вироблення засобів боротьби з шкідниками та ін.
Сульфідний	Пірит FeS <sub>2</sub>	Колір солом'яно-жовтий, золотистий. Риса чорна. Твердість 6-6,5. Щільність 4,9-5,2 г/см <sup>3</sup> . Спайність недосконала. Злам нерівний до раковистого. Кристали у формі куба або пентагондодекаєдрів.	Сировина для одержання сірчаної кислоти, частково – як залізна руда. Пірит часто вміщує золото.
	Халькопірит CuFeS <sub>2</sub>	Колір латунно-жовтий, золотистий. Риса зеленувато-чорна, оксамитна. Твердість 3-4. Щільність 4,1-4,3 г/см <sup>3</sup> . Спайність недосконала. Блиск металевий. Кристали утворює рідко, частіше суцільні зернисті маси, вкраплення.	Руда на мідь.
	Галеніт PbS	Колір свинцево-сірий. Риса – свинцево-сіра. Твердість 2-3. Щільність 7,4-7,6 г/см <sup>3</sup> . Важкий. Спайність досконала по кубу. Кристали в вигляді куба, гексаєдрів і октаєдрів, зернисті агрегати, друзи.	Руда на свинець.
	Сфалерит ZnS	Колір бурий, жовтий, світло-коричневий, чорний (залежно від домішок). Риса біла, світло-бура. Твердість 3,5-4. Щільність 3,5—4,2 г/см <sup>3</sup> . Спайність досконала в шести напрямках. Блиск алмазний. Крихкий. Кристали тетраедричної форми, зернисті агрегати, друзи.	Руда на цинк.
	Кіновар HgS	Колір яскраво-червоний, темно-червоний. Риса червона. Твердість 2-3. Щільність 8-8,2 г/см <sup>3</sup> . Важкий. Спайність досконала. Блиск алмазний. Кристали ромбодричної форми.	Руда на ртуть. Використовується для виготовлення червоної фарби.
Оксидний і гідроксидний	Кварц SiO <sub>2</sub>	Прозорий, колір різних, переважно світлих, відтінків. Твердість 7. Щільність 2,65 г/см <sup>3</sup> . Спайність відсутня, злам раковистий, блиск скляний. Прихованокристалічний різновид кварцу – халцедон.	Використовують у точному приладобудуванні, для виготовлення прикрас і як полірувальний матеріал, для виготовлення скла і хімічного посуду
	Магнетит Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Колір чорний, чорно-сірий, риса чорна, блиск металевий. Твердість 6. Магнітний. Зустрічається у вигляді зернистих агрегатів і щільних суцільних мас, а також окремих кристалів.	Найважливіша руда на залізо.

Клас мінералів	Назва мінералу, хімічна формула	Діагностичні ознаки	Практичне використання
	Гематит $Fe_2O_3$	Колір – сірий, чорний, у землястих масах та прожилках – вишнево-червоний, риса – бурувато-червона, вишнева. Твердість 5. Зустрічається у вигляді кристалів чорного кольору, лускатих і натічних агрегатів темного кольору, землястих утворень буро-червоного кольору. Блиск змінюється від металевого до матового. Спайність відсутня, злам землястий.	Найважливіша руда на залізо, використовується для готування фарби – залізний сурик, що є антикорозійним покриттям.
	Піролюзит $MnO_2$	Колір чорний, риса чорна бархатиста, блиск металевий, до матового. Твердість змінюється від 1 до 6. Спайність візуально не спостерігається. Злам землястий. Зустрічається у виді землястих агрегатів, окремих оолітів або їхніх зростків. Бруднить руки. Розчиняється в соляній кислоті з виділенням хлору.	Руда на марганець, використовується для приготування фарби.
	Лімоніт (бурий залізняк) $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$	Колір темно-коричневий до жовтувато-бурого. Риса жовто-бура. Твердість 3-4. Щільність 3,3-4,4 г/см <sup>3</sup> . Спайність досконала. Блиск напівметалевий до матового. Утворює зернисті, натічні ниркоподібні, пористі, порошковаті, землясті агрегати, а також ооліти, жеоди, конкреції.	Руда на залізо. Використовується для виготовлення фарб.
Галогідний	Галіт $NaCl$	Колір білий, частіше безбарвний, риса біла, блиск скляний. Твердість 2. Спайність досконала в 3 напрямках – по кубу. Зустрічається у вигляді суцільних зернистих і кристалічних мас. Має солоний смак, розчиняється у воді.	Застосовується як харчовий продукт, консервант.
Карбонатний	Кальцит $CaCO_3$	Колір безбарвний, молочно-білий, жовтий, рожевий, блакитний, бурий, чорний. Риса біла. Твердість 3. Щільність 2,7-2,9 г/см <sup>3</sup> . Спайність досконала в 3-х напрямках по ромбоєдру. Блиск скляний. Різновиди: ісландський шпат – прозорий, безбарвний, має подвійне променезаломлення. Реагує із соляною кислотою. Кристали різної форми, зернисті агрегати, натічні форми, друзи, щітки, конкреції, землясті агрегати.	Карбонатні породи широко використовуються для виготовлення цементу, вапна, як флюсова сировина в металургії, ісландський шпат – в оптиці, лазерній техніці, голографії.
Сульфатний	Гіпс $CaSO_4 \cdot nH_2O$	Колір білий, сірий, жовтий, рожевий, блакитний, бурий, інколи чорний. Риса біла. Твердість 2. Щільність 2,3 г/см <sup>3</sup> . Спайність цілком досконала. Злам дрібнозернистий, занозистий у волокнистих різновидів. Блиск скляний, перламутровий, шовковистий. Морфологія: суцільні маси, зернисті, волокнисті, пластинчасті агрегати, кристали, друзи, двійники.	Широко використовується в будівництві, цементній промисловості, в медицині, при виробництві паперу, як добриво. Селеніт – виробний камінь.
Силікатний	Гранат	Колір червоний, зелений, жовтий, червоний з фіолетовим відтінком, чорний. Твердість 6,5-7. Щільність 3,5—4,3 г/см <sup>3</sup> . Спайність недосконала. Злам нерівний, раковистий. Блиск скляний. Кристали у вигляді ромбододекаєдрів, пентагон-додокаєдрів, тетрагон-додокаєдрів, а також суцільні маси.	Гранати – абразивна сировина. Прозорі гранати (піроп, альмандин) використовують як коштовне каміння в ювелірній справі.
	Рогова обманка	Колір зелений, бурий, чорний. Риса блідо-сіра. Твердість 5,5-6. Щільність 3,1-3,3 г/см <sup>3</sup> . Спайність досконала. Злам занозистий. Блиск скляний. Морфологія: довгопризматичні, інколи стовпчасті кристали.	

Клас мінералів	Назва мінералу, хімічна формула	Діагностичні ознаки	Практичне використання
	Тальк	Колір безбарвний, жовтуватий, зеленкуватий. Риса біла. Твердість 1. Щільність 2,7-2,8 г/см <sup>3</sup> . Спайність цілком досконала. Блиск перламутровий. Морфологія: листи, луски, суцільні маси. Особливі властивості: жирний на дотик	Тальк використовують у виробництві паперу, в парфумерії, у виробництві фарб, в текстильній і гумовій промисловості, в медицині. Тальк – кислото- і вогнетривкий матеріал.
	Мусковіт	Колір безбарвний, жовтуватий, зеленкуватий. Риса біла. Твердість 2-3. Щільність 2,7-3,1 г/см <sup>3</sup> . Спайність цілком досконала. Блиск перламутровий. Морфологія: суцільні листувато-зернисті і лускаті агрегати.	Використовується в електро- і радіотехнічній промисловості як надійний діелектрик, теплоізолятор, а також в авіації, в хімічному, паперовому та гумовому виробництві.
	Біотит	Колір чорний, бурий. Риса біла, світло-сіра. Твердість 2-3. Щільність 3 г/см <sup>3</sup> . Спайність цілком досконала. Блиск перламутровий. Морфологія: пластинчасті та зернисті маси.	Поширений породоутворюючий мінерал. Використовують біотит, як теплоізоляційний матеріал. Лепідоліт – руда на літій.
	Каолініт	Колір білий, сірий, жовтуватий, рожевий, бурий. Риса біла. Твердість 1. Щільність 2,6 г/см <sup>3</sup> . Спайність цілком досконала. Блиск матовий. Жирний на дотик. Липне до язика. Гігроскопічний, Морфологія: землисті, пухкі та щільні тонкозернисті агрегати. Кристали зустрічаються рідко і малих розмірів (до 1 мм).	Використовують каолініт в фарфоровій, фаянсовій, хімічній, текстильній, паперовій, лакофарбовій промисловості. Каолініт – вогнетривкий матеріал, тепло- і електроізолятор.
	Ортоклаз (калієвий польовий шпат)	Колір світло-рожевий, жовтий, бурий, сірий, м'ясо-червоний, зелений. Риса біла. Твердість 6-6,5. Щільність 2,5-2,6 г/см <sup>3</sup> . Спайність досконала. Злам нерівний. Блиск скляний, перламутровий (на гранях). Близький до ортоклазу мінерал – мікроклін. Розрізняються ці мінерали тільки під мікроскопом.	Використовується в скляній, фарфоровій та керамічній промисловості.
	Лабрадор (натрієво-кальцієвий польовий шпат)	Колір темно-сірий і зеленкувато-сірий, на площинах спайності спостерігається характерний синій відлив (іризація). Рисі світло-сіра. Твердість 6. Щільність 2-2,7 г/см <sup>3</sup> . Спайність досконала. Злам нерівний. Блиск скляний. Морфологія: суцільні крупнозернисті агрегати, призматичні кристали зустрічаються рідко.	Лабрадор – цінний облицювальний матеріал, використовується для виготовлення прикрас, для спорудження пам'ятників.
Викопних смол	Янтар (бурштин)	Скам'яніла смола давніх хвойних дерев з включеннями комах, рослинних рештків, газових включень. Колір медово-жовтий, вишнево-червоний, коричневий, білий, зелений, чорний (близько 100 відтінків). Твердість 2-3. Щільність 1,01-1,10 г/см <sup>3</sup> . В'язкий. Злам раковистий. Спайності немає. Блиск скляний або матовий. При терті електризується. Горить.	Сировина для виготовлення янтарної кислоти, лаків, каніфолі, фарб, емалей, застосовується в парфумерії, медицині, лазерній техніці, в ювелірній промисловості як ювелірний камінь.

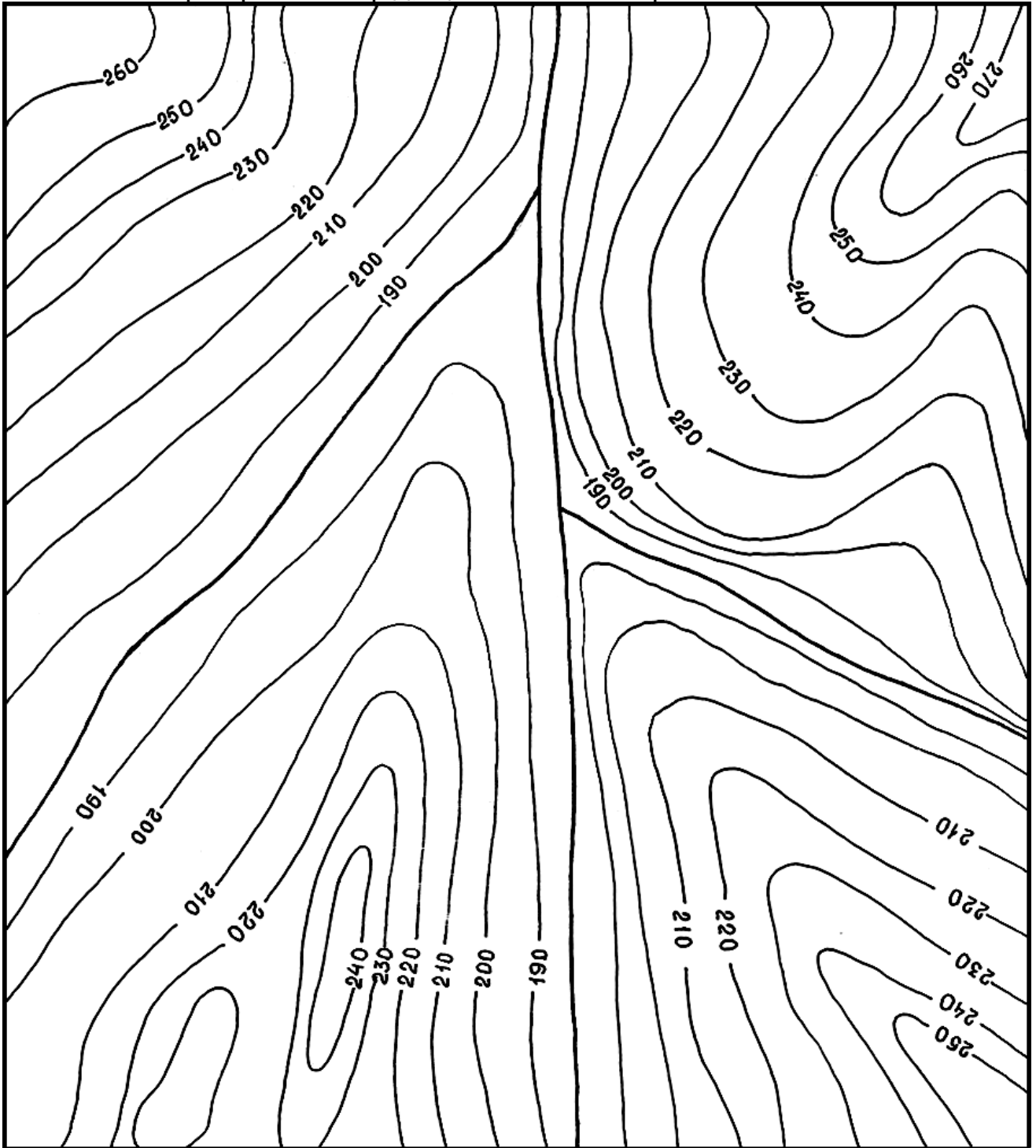
## Додаток Б

Таблиця вихідних даних для побудови карт горизонтального залягання гірських порід

Вік шару	Варіант														Літологічний склад шарів гірських порід
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Абсолютні відмітки підшви шару															
N <sub>2</sub>					–					–		–			Глини
N <sub>1</sub>					260					260		255			Піски
P <sub>3</sub>					240					245		240			Конгломерати
P <sub>2</sub>	–				231					222		230			Пісковики
P <sub>1</sub>	255				218			–		205	–	212			Алевроліти
K <sub>2</sub>	240		–		205			262	–	185	245	185		–	Аргіліти
K <sub>1</sub>	235		255		–			240	250	–	235	–		260	Вапняки
J <sub>3</sub>	225	–	240					225	240		210			240	Мергелі
J <sub>2</sub>	200	255	230	–				207	222		198			226	Пісковики
J <sub>1</sub>	–	255	212	265				190	210		180			205	Конгломерати
T <sub>3</sub>		250	205	240			–	–	195		–			185	Брекчії
T <sub>2</sub>		240	–	225		–	255		–				–	–	Аргіліти
T <sub>1</sub>		220		213		250	240						255		Пісковики
P <sub>2</sub>		–		195		240	228						240		Алевроліти
P <sub>1</sub>				–		230	212						227		Вапняки
C <sub>3</sub>						213	200						205		Глинисті сланці
C <sub>2</sub>						205	–						190		Доломіти
C <sub>1</sub>						–							–		Мергелі



Топографічні бланк №1 для виконання роботи з побудови геологічних карт гірських порід, що залягають горизонтально



Продовження додатку В  
Топографічні бланк №2 для виконання роботи з побудови геологічних  
карт гірських порід, що залягають горизонтально

