

Навчальні матеріали  
**ГЕО** для провідників по шляху  
**КАРПАТИ**

ruthenus®  
WYDAWNICTWO

Кросно – Борислав – Яремче

### **Наукові редактори**

Ігор Бубняк, Анджей Солецкі

### **Технічні редактори**

Альбертина Бучинська, Яцек Внук

### **Корекція**

Альбертина Бучинська, Вітольд Гродцкі

### **Форматування**

Кароліна Кінель

Шлях «Гео-Карпати» створений при фінансовій допомозі Європейського Союзу в рамках Програми Транскордонної Співпраці Польща – Білорусь – Україна 2007-2013. Відповідальність за зміст публікації лежить виключно на Державній Вищій Школі імені Станіслава Пігоня в Кросно і Львівському національному університеті імені Івана Франка і не може бути в ніякому випадку трактована як офіційна позиція Євросоюзу.

© Державна Вища Професійна Школа імені Станіслава Пігоня в Кросно, 2013  
пл.Ринок 1, 38-400 Кросно  
тел. +48 13 437 55 00, факс +48 13 437 55 11  
[www.pwsz.krosno.pl](http://www.pwsz.krosno.pl)

**ISBN 978-83-7530-219-6**

**Публікація безкоштовна**

**Опубліковано на запит**

Державної Вищої Професійної Школи імені Станіслава Пігоня в Кросно

**I<sup>th</sup>**

**Видавництво Ruthenus**

вул. Лукашевича 49, 38-400 Кросно  
тел. +48 13 436 51 00, факс +48 13 436 51 00 x 30  
[www.ruthenus.pl](http://www.ruthenus.pl)



[www.geokarpaty.net](http://www.geokarpaty.net)

## Вступ

Завдання цього посібника – ознайомити провідників з основними поняттями геології необхідними для спостережень та інтерпретації об’єктів та явищ вздовж шляху «Гео-Карпати». Основна увага буде приділена осадовим утворенням, оскільки вони головню розвинуті вздовж шляху. Магматичні та метаморфічні породи розглядаються лише в загальних рисах. Зацікавлені читачі можуть знайти детальну інформацію в спеціалізованій літературі.

Оксана Шевчук, Юрій Зінько

## I. Основи геотуризму

Протягом кількох останніх десятиліть серед подорожуючих значно підвищився інтерес до абіотичних елементів ландшафту відвідуваних ними територій. Якщо раніше вони милувалися незвичними краєвидами і окремими естетично привабливими об’єктами неживої природи, то зараз намагаються зрозуміти геологічну будову і довідатися про причини та умови утворення рельєфу й окремих його елементів. Такий інтерес заохочують і самі дослідники у галузі наук про Землю, які активніше

працюють над збереженням і популяризацією геоспадщини, створюють доступне для розуміння пересічних людей інформаційно-освітнє забезпечення для окремих об'єктів і територій.

Термін «геотуризм» (англ. *geotourism*) вперше вжив британський вчений Томас Хосе (Hose, 1995) і визначив його як певний спосіб дії: *надання такого освітнього забезпечення і послуг, щоб окрім отримання звичайних естетичних вражень, уможливити туристам розуміння геології і геоморфології місця (включаючи його роль у розвитку наук про Землю)*. Вчений підкреслював різницю між таким спрямованим на відпочинок і психофізичну регенерацію природничим туризмом і кваліфікованим туризмом – пізнавальним (краєзнавчим), елементом якого є поглиблення знань про відвідувані території.

Слід зазначити, що термін “геотуризм” (“гео[графічний] туризм”) часто застосовують для означення «туризму, що підтримує чи підвищує географічний характер місцевості – її довкілля, спадщини, естетики, культури і добробуту її мешканців», введеного у 2002 р. Асоціацією туристичної індустрії Америки (Travel Industry Association of America) та журналом National Geographic Traveler (About Geotourism, 2002). У цьому випадку “геотуризм” має загальногеографічний характер і має всі ознаки сталого (зрівноваженого) туризму. Оскільки Т.Хосе застосував цей термін значно раніше (ще у 1995), вважаємо правомірним дотримуватися його та інших дослідників точки зору, яка має геологічне підґрунтя та визначає його як «гео[логічний] туризм» у широкому розумінні. Дослідження Т.Хосе продовжили і розвинули відомі австралійські дослідники геотуризму Девід Ньюсом і Рос Давлінг (Newsome, Dowling, 2010). Опіраючись на попередні дослідження, польський дослідник Пьотр Мігонь (Migoń, 2012) зазначив, що у цьому випадку “*geo-*” стосується “геології, геоморфології і природних рис ландшафту – форм рельєфу території, скам'янілостей, порід і мінералів, з акцентом на виявлення і розуміння процесів, які формували і формують зараз ці елементи середовища”.

Польські автори Тадеуш Сломка і Аліція Кісієська-Свідзерська більше акцентували на освітніх і емоційних аспектах, пов'язаних з оглядом геологічних і геоморфологічних об'єктів та процесів (Słomka, Kicińska-Świederska, 2004): *геотуризм – це вид пізнавального туризму, що ґрунтується на вивченні геологічних (геоморфологічних) об'єктів і процесів, а також отриманні від контакту з ними естетичних вражень*.

Вважаємо, що визначальною функцією геотуризму є дидактична, а головною метою – інтерпретація достовірних наукових відомостей у галузі геології й геоморфології для широкого кола споживачів. Саме це вирізняє геотуризм від інших видів туризму.

Об'єктами геотуристичного інтересу, за визначенням польських дослідників Єжи Жаби і Кшиштофа Гайдзика (2010), є об'єкти і явища неживої природи, які утворилися природним способом, а також антропогенні форми і утворення, які виникли внаслідок несвідомої чи цілеспрямованої діяльності людини. Серед них (Żaba, Gaidzik, 2010, зі змінами):

- **форми рельєфу (геолого-геоморфологічні утворення)** – гори і гірські країни, міжгірні улоговини й ущелини, кратери і конуси вулканів, річкові долини, дельти і каньйони, озера, водоспади, морські узбережжя, пустелі і еолові форми, льодовики і гляціальні форми рельєфу, карстові і псевдокарстові (поверхневі і підземні) форми, яри, джерела й утворені ними форми, коралові рифи тощо;
- **геологічні форми і явища** – мінерали, породи та їхні різновиди, структурно-тектонічні утворення (складки, луски, скиби, насуви, скиди, характерне напластування тощо), магмові інтрузії та різні прояви вулканізму, палеонтологічні скам'янілості, процеси мінералізації, родовища корисних копалин, геотермальні явища тощо);
- **геологічні і геоморфологічні процеси** – виверження вулканів, вибухи гейзерів, діяльність грязьових вулканів, сходження лавин, берегові процеси на морських і озерних узбережжях, танення льодовиків, переміщення дюн та інші еолові процеси, зсуви, обвали, ерозійні процеси тощо;
- **форми антропогенного перетворення середовища** – відкриті і підземні гірничі виробки, глиняні і піщані кар'єри, котловани, шурфи, водовідводи, відвали гірських порід, діючі і давні об'єкти гірничого промислу та пов'язані з цим перетворення територій, тунелі, катакомби, поверхневі і підземні мілітарні об'єкти (наприклад, тунелі, укріплення та ін.);
- **інженерно-геологічна діяльність** – буріння свердловин, дамби, робота морських та океанічних бурових платформ, пошук корисних копалин на поверхні землі і на дні океану, проходження тунелів, будівництво доріг і автострад, використання геотермальних вод тощо;
- **твори матеріальної культури** – різного роду будівлі з природних матеріалів та елементи їх облаштування, кам'яні споруди (піраміди, скельні міста, капища та ін.), знайдені при археологічних розкопках

кам'яні артефакти, кам'яні елементи міської інфраструктури, твори мистецтва, ювелірні вироби і їхній зв'язок з видобутком дорогоцінного каміння тощо;

- музейні та інші експозиції – геологічні, мінералогічні і палеонтологічні музеї, демонстраційні геомісця (експозиції під відкритим небом), такі місця знаходження скам'янілостей, опорні стратиграфічні розрізи, місця знаходження мінералів і порід, геотуристичні стежки.

До об'єктів, що найчастіше викликають геотуристичний інтерес відносяться: породи і тектонічні структури, мінерали, благородне і оздоблювальне каміння, скам'янілості й інші сліди давнього життя на Землі, вулкани й геотермальні явища, унікальні форми земної поверхні, печери, водоспади, льодовики, а також елементи культурної спадщини – давні і сучасні об'єкти гірництва, мегаліти і кам'яні архітектурні об'єкти, пов'язані з історією наук про Землю місця.

Опираючись на такий широкий спектр об'єктів геотуристичного інтересу, розрізняють такі поняття як *геотуристичні об'єкти* – геологічні (геоморфологічні) об'єкти, що є предметом зацікавлення туристів (каньйони, скелі, печери і т.п.), і *геотуристичні явища* – явища, пов'язані з сучасними геолого-геоморфологічними процесами (гейзери, еолові процеси, берегова діяльність хвиль тощо) (Зінько, Шевчук, 2008).

Геотуристичні об'єкти і явища різного ступеня привабливості для відвідувачів, пристосовані до використання у туристичних і освітньо-пізнавальних цілях є *геотуристичними атракціями*. Головними рисами геотуристичних атракцій, на нашу думку, можна вважати: *репрезентативність* (ілюструють геолого-геоморфологічну будову чи процеси, є винятковими чи типовими об'єктами геоспадщини, прикладами давнього і сучасного гірничого промислу тощо), *інформаційно-освітнє забезпечення* (інформаційні таблиці, путівники, карти, буклети тощо), *доступність* (вільне чи регламентоване відвідування, під'їзdnі шляхи чи пішохідні стежки та інше).

За місцем знаходження геотуристичні атракції презентують у два способи:

- безпосередньо на місцях знаходження – “**in situ**” – геомісця, природні та антропогенні ландшафти;
- поза місцями знаходження – “**ex situ**” – природничі музеї, геологічні колекції, кам'яні споруди і будівлі, гео-центри (освітньо-туристичні центри).

У геотуризмі використовують різні *способи представлення інформації*, серед яких: екскурсії з провідником (гідом); дидактичні геологічні стежки і маршрути; популярно-наукові видання (буклети, путівники, карти, статті тощо); інформаційні таблиці, панелі та інше; демонстраційні матеріали (геологічні й палеонтологічні колекції, макети об'єктів і явищ тощо); лекції; фільми і аудіозаписи геотуристичної тематики; мультимедійні презентації; спеціалізовані web-сторінки.

Геотуризм тісно пов'язаний з охороною геоспадщини (геоохороною, геоконсервацією). Багато геотуристичних атракцій одночасно перебувають під правовою охороною (в Україні за законодавством – як пам'ятки природи, заказники чи у складі природних заповідників, національних природних і регіональних ландшафтних парків). У таких випадках впроваджують спеціальний режим їх відвідування – обмежують доступ до цих об'єктів чи окремих їх частин (наприклад, закривають для загального доступу частини печер), направляють туристичний рух за чітко визначеними і промаркованими трасами (стежками), контролюють туристичне навантаження (встановлюють кількість осіб, які можуть одночасно відвідувати геотуристичну атракцію без шкоди для неї) та використовують інші можливі способи для їх збереження. У геотуризмі для означення об'єктів і явищ, які мають геотуристичну (наукову, освітню, естетичну) цінність і перебувають під охороною застосовують терміни *геомісія, геосайти чи геомону* (*geostanowiska, geosites, geotop*), а щоб підкреслити визначальну роль геоморфологічних процесів створенні цих об'єктів вживають термін *геоморфосайт* (*geomorfostanowiska, geomorphosite*).

Важливе значення для функціонування геотуризму мають спеціально облаштовані *геотуристичні шляхи* – туристичні маршрути, які охоплюють геотуристичні атракції певної території. Для їх означення у публікаціях застосовують терміни “геологічні подорожі”, “геотріпи” чи “геомаршрути” (Зінько, Кравчук, Шевчук, 2009).

Можна виділити такі різновиди геотуристичних шляхів як:

- **геотуристичні дидактичні стежки** – короткі локальні маршрути, здебільшого піші чи велосипедні, які найчастіше виділяють в межах національних і ландшафтних парків та геопарків і використовують для освітньо-пізнавальних цілей. Наприклад, дидактичні стежки на Скелях Довбуша у Карпатському національному парку, Урицьких скелях і “Долиною річки Кам'янки” у національному парку Сколівські Бескиди (Україна), геотуристична стежка «Давня копальня Бабіна» у геопарку Мужакова Дуга, геотуристичні стежки Юри Краківсько-Ченстоховської (Польща) та інші.

– **власне геотуристичні шляхи** – піші, велосипедні, водні, автомобільні регіональні, національні чи транснаціональні туристичні маршрути значної довжини, які охоплюють різноманітні геотуристичні атракції одного чи кількох природних районів (регіонів). Наприклад, національні і транснаціональні «Бурштинові шляхи» та інші;

– **геостради** – найдовші геотуристичні маршрути, які пролягають через один чи кілька географічних регіонів і охоплюють якнайбільше різноманітних природних та історико-культурних атракцій геотуристичних регіонів (регіонів з багатою геоспадщиною). Особливістю геострад є значна ширина їхніх зон впливу – вони можуть складатися з локальних, регіональних і національних геотуристичних маршрутів однієї чи кількох країн, розташованих вздовж уявної осі геостради. Метою створення геострад є розвиток геотуризму, збереження природної та культурної спадщини геотуристичних регіонів та підтримка їх сталого розвитку. Наприклад, Геострада Судетська довжиною 602 км презентує багатство природи і культури цікавого для геотуризму регіону польських і чеських Судетів, трасується відомими і маловідомими районами і використовує місцеву туристичну інфраструктуру, має відповідну інформаційно-освітню і промоційну підтримку (Słomka і in., 2009).

Усі геотуристичні шляхи для успішного функціонування повинні мати добре помітне для подорожуючих відповідне позначення на місцевості (ознакування), інформаційно-освітнє та інфраструктурне забезпечення, яке відповідає їх завданням.

За доступністю геотуристичні шляхи можна розділити на групи:

– **загальнодоступні** – призначені для відвідувачів різних вікових груп без спеціальної підготовки і спорядження (дидактичні стежки, піші і велосипедні маршрути);

– **спеціалізовані** – призначені для відвідувачів відповідних вікових груп без спеціальної підготовки зі спеціальним спорядженням (нескладні водні маршрути, екскурсійні маршрути в печерах, гірські піші маршрути тощо);

– **кваліфіковані** – призначені для відвідувачів зі спеціальною підготовкою (спелеологічною, альпіністською), з використанням спеціальних технік і спорядження для проходження маршруту.



До спеціальної геотуристичної інфраструктури належать інформаційні таблиці (щити, панелі) біля об'єктів, маркування та облаштування туристичних шляхів, інформаційно-освітні центри, музеї, інформаційно-туристичні пункти, тематичні об'єкти (тунелі часу, кам'яні сади і лабіринти, експозиції під відкритим небом тощо), зони відпочинку з малими архітектурними формами, сувенірні кіоски з виробами з місцевих матеріалів і тому подібне. Послуги проживання і харчування туристи отримують у місцевих закладах, як і в інших видах туризму. Часто поблизу визначних геотуристичних атракцій створюють тематичні заклади (готелі, туристичні притулки, ресторани, кав'ярні тощо), в назві чи оформленні яких простежується геотуристична тематика і персонал яких добре поінформований про місцеві атракції.

Успішний розвиток геотуризму можливий у місцевостях (регіонах) зі значним *геотуристичним потенціалом* і правильно сформованим *геотуристичним продуктом*. *Геотуристичний потенціал місцевості (регіону)* визначають за кількістю і значенням об'єктів геоспадщини, їх різноманітням і збереженістю, доступністю для відвідування. Території з високим геотуристичним потенціалом, на основі якого сформовані геотуристичні атракції, добре розвинута туристична інфраструктура, добре організована інформаційно-освітня та промоційна діяльність називають геотуристичними місцевостями (регіонами). Часто на їх основі організують геопарки, основними завданнями яких є збереження геоспадщини (геоконсервація), розвиток геотуризму та геоосвіти.

Кожна з геотуристичних місцевостей (регіонів) формує свій *геотуристичний продукт*. Як відомо, туристичний продукт можна визначити як усе те, що купує і отримує турист з метою реалізувати свою подорож – придбані за певну ціну послуги і товари, образ місця, його цінності та ступінь їхньої доступності тощо. Геотуристичний продукт є дещо відмінним і має п'ять головних складових – геологічна основа, зрівноваженість (сталість), навчання й виховання, користь для місцевості і задоволення для туристів (Dowling, 2011). Перші три є визначальними саме для геотуризму, а дві останніх бажані для усіх видів туризму. При формуванні геотуристичного продукту, окрім інших чинників, обов'язково слід враховувати цільові аудиторії споживачів. Особливу категорію геотуристичних продуктів становлять освітні (тематичні уроки, лекції і презентації в інформаційно-освітніх центрах, музеях і польових умовах, польові практики та ін.), які часто використовують у підготовці студентів природничих спеціальностей та викладанні природничих дисциплін у загальноосвітніх школах.

Геотуризм передбачає тісний зв'язок з місцевим населенням – він сприяє забезпеченню робочих місць і стабільних прибутків для місцевого населення у сфері обслуговування туристичного руху, збереженню традиційних господарських занять і народних ремесел, збереження довкілля та ін., а загалом – сталому розвитку територій. При цьому надзвичайно важливою є інформаційно-освітня робота серед місцевих мешканців і їх максимальне залучення до створення геотуристичного продукту місцевості (регіону). Лише у співпраці місцевих громад з природоохоронними та науковими установами відповідного профілю, освітніми закладами та іншими партнерами можна очікувати успішного функціонування геотуризму на даній території.

## Література

**Dowling R. K.**, 2011: *Geotourism's Global Growth*, *Geoheritage Journal*, Vol. 3(1), s. 1-13.

**Newsome D., Dowling R. K.**, 2010: *Geotourism. The Tourism of Geology and Landscape*, Goodfellow Pub., 246 p.

**Hose T. A.**, 1995: *Selling the story of Britain's stone*, *Environmental Interpretation* № 10, T. 2, p. 16-17.

**Migoń P.**, 2012: *Geoturystyka*, Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 200+76 s.

**Miśkiewicz K., Doktor M., Słomka T.**, 2007 *Naukowe podstawy geoturystyki – zarys problematyki*, *Geoturystyka* № 4 (11), s. 3-12.

**Słomka T., Kicińska-Świederska A.**, 2004: *Geoturystyka – podstawowe pojęcia*, *GeoTurystyka*, T. 1, № 1, s. 5-7.

Słomka T., Bartuś T., Mastej W., Łodziński M., Mayer W., Stefaniuk M., Doktor M., Koźma J., Cwojdzinski S., Stachowiak A., 2009: *Koncepcja projektu: „Geostrada Sudecka – studium geologiczno-krajobrazowe z inwentaryzacją obiektów dziedzictwa przyrody nieożywionej”*, Geoturystyka № 4 (19), s. 3-18.

Żaba J., Gaidzik K., 2010 *Geoturystyka – nowa interdyscyplinarna dziedzina nauk o Ziemi Biuletyn Naukowy Wrocławskiej Wyższej Szkoły Informatyki Stosowanej, Turystyka i Rekreacja*, № 1 (1), s. 6-13.

About Geotourism/National Geographic Traveler [Електронний ресурс] – Режим доступу, <http://travel.nationalgeographic.com/travel/sustainable/pdf/about-geotourism.pdf>

Зінько Ю., Шевчук О., 2008: *Природоохоронні геоморфологічні об'єкти у структурі геотуризму Західної України*, Вісник Львів. ун-ту. Серія геогр. Вип. 35, с. 94-103.

Зінько Ю., Кравчук Я., Шевчук О., 2009: *Науково-практичні й освітні аспекти геотуризму. Фізична географія та геоморфологія*, К.: ВГЛ «Обрії», Вип. 55, с. 127-139.

Роман Гнатюк, Юрій Зінько

## II. Геоморфологія гір /Рельєф гір

**Геоморфологія** – це геолого-географічна наука про *рельєф земної поверхні* (поверхні твердої оболонки Землі – *літосфери*), його зовнішній вигляд, походження, динаміку, історію й закономірності розвитку. Термін “геоморфологія” використовують теж для означення усієї сукупності знань про рельєф земної поверхні певної ділянки чи певних ділянок нашої планети, а також Землі в цілому.

Рельєф Землі розвивається під впливом внутрішніх (*ендогенних*) і зовнішніх (*екзогенних*) процесів. Ендогенними називають рельєфотвірні процеси, походження яких пов’язане з глибокими надрами Землі. Ендогенні процеси, важливі для рельєфотворення – вулканізм і тектонічні рухи земної кори. Екзогенні процеси відбуваються у верхніх шарах земної кори та на її поверхні. Головним джерелом їх енергії є Сонце, сила гравітації, головні агенти – вода, вітер, льодовики. Екзогенні рельєфотвірні процеси змінюють, ускладнюють і урізноманітнюють рельєф, створений ендогенними процесами. Основне спрямування цих процесів – нівелювання різноманітних знижень і піднять, створених ендогенними процесами.

Пізнання рельєфу земної поверхні передбачає його поділ на складові, різні за розміром (рангом величини), зовнішнім виглядом і походженням. Такі елементи рельєфу називають зазвичай *формами земної поверхні* (*формами рельєфу*), а сам рельєф розглядають як сукупність таких форм. Беручи до уваги розміри форм, розрізняють мега-, макро-, мезо-, мікро- та нанорельєф Землі. Основними формами мега- та макрорельєфу Землі є *гори* і *рівнини*. Гори займають близько 40% суші земної кулі, рівнини – біля 60.

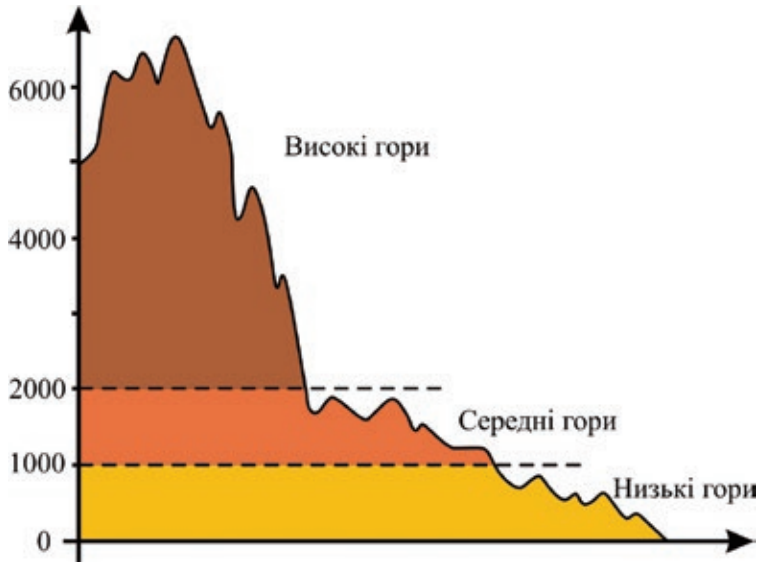


Рис. 2.1. Поділ гір за висотою – <http://school.xvatit.com/index.php?title=%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:As81.jpg#file>

Горами називають крупні форми рельєфу – підняття, високо, на 200 метрів і більше, припідняті над навколишньою рівнинною місцевістю; горам зазвичай відповідають піднесені вище 500 м над рівнем моря обширні ділянки земної поверхні з різкими та значними (понад 200 м) коливаннями висот і контрастними формами рельєфу. Значні за площею виразно відособлені гори отримали назву *гірських країн* (областей). Довжина таких гір – сотні і тисячі кілометрів, висота – декілька кілометрів, глибина розчленування – сотні метрів.

У межах гірських країн простежуються *гірські хребти* – лінійно витягнуті підняття та групи (ланцюги) гір. Найвищу частину монолітного хребта називають *гребенем*. Вздовж гребеня розміщені підвищення – *вершини* і пониження – *сідловини*. Зручне для переходу зниження в горах отримало назву *перевал*. Гірські хребти розділені поздовжніми та поперечними зниженнями – гірськими та міжгірськими улоговинами і долинами. Хребти, ніби гігантські кам'яні хвилі, можуть простягатись паралельно або ж сходиться у *гірські вузли* чи розходиться в різних напрямках. Гірську країну чи окрему частину гір, де поєднуються гірські хребти й високо підняті над рівнем моря рівнинні ділянки, називають *нагір'ям*.

За висотою над рівнем моря розрізняють гори низькі, середньовисокі (середні) і високі. *Низькі гори* мають порівняно незначну абсолютну висоту – до 1 000 м (рис. 2.1). Їх вершини зазвичай слабо випуклі або плоскі,

а схили порівняно пологі. Такими є низькогірні Бескиди й Горгани Східних Карпат. Вершини *середньовисоких гір* сягають висот від 1 000 до 2 000 м. *Високі гори* здіймаються над рівнем моря більш як на 2 000 м. Їх вирізняють гострі вершини, часто вкриті снігом та льодом, круті та дуже круті скелясті схили, глибокі міжгірські улоговини та річкові долини. Середньовисокі гори мають перехідні зовнішні ознаки.

Гори Землі формуються у тектонічно активних областях і мають зазвичай *тектонічне* й/чи *вулканічне* походження. Існують також так звані *ерозійні* та *денудаційні* (останцеві, острівні) гори, утворені внаслідок руйнування високих плато та плоскогір'я.

Утворення тектонічних гір зумовлене достатньо значним і швидким підняттям певної ділянки земної кори під впливом висхідних і насувних тектонічних рухів. Вулканічні гори є наслідком багаторазових періодичних або спорадичних вивержень. Зазвичай це конуси та куполи діючих чи згаслих вулканів, складені породами застиглої лави, вулканічним попелом, уламками вивержених порід. Рідше ці гори утворюють вулканічні щити, хребти та нагір'я. Вулканічне походження має Вулканічний (Вигорлат-Гутинський) хребет Карпат.

На континентах і у межах океанських западин у наш час домінують тектонічні та вулканічно-тектонічні гори. Серед цих гір (гірських країн) за умовами їхнього формування розрізняють *епігеосинклінальні* (утворені після геосинклінальної стадії розвитку земної кори в області горотворення), *епіплатформні* (утворені у межах давніх складчастих поясів після платформної стадії розвитку земної кори; ці гори називають також *відродженими*), *рифтові*, *островодужні* та *квазіплатформні* гори. Зазначені типи гірських країн суттєво різняться за зовнішніми (морфологічними) ознаками та способом (механізмом) горотворення – характером тектонічних деформацій поверхні земної кори.

Пануючі у межах континентів епігеосинклінальні та епіплатформні гори обмежені передгірними нахиленими височинами та низовинами, приуроченими до пригірських прогинів (рис. 2.2). Утворення цього типу рівнин тісно пов'язане з формуванням прилеглих гір, тому їх відносять до складу гірських країн. Наприклад, Передкарпатську височину, Сандомирську улоговину та Закарпатську низовину прилучають до Карпат. Виразно обмежені зниженнями-жолобами і гори островодужного типу, характерні для перехідних зон від континентів до океанських западин. Деякі риси рельєфу та геологічної будови таких гір властиві для Карпат. Рифтові та квазіплатформні гори відіграють другорядну роль у будові рельєфу суходолу Землі. Утворення епігеосинклінальних, епіплатформних й островодужних гір, згідно популярної у наш час концепції літосферних

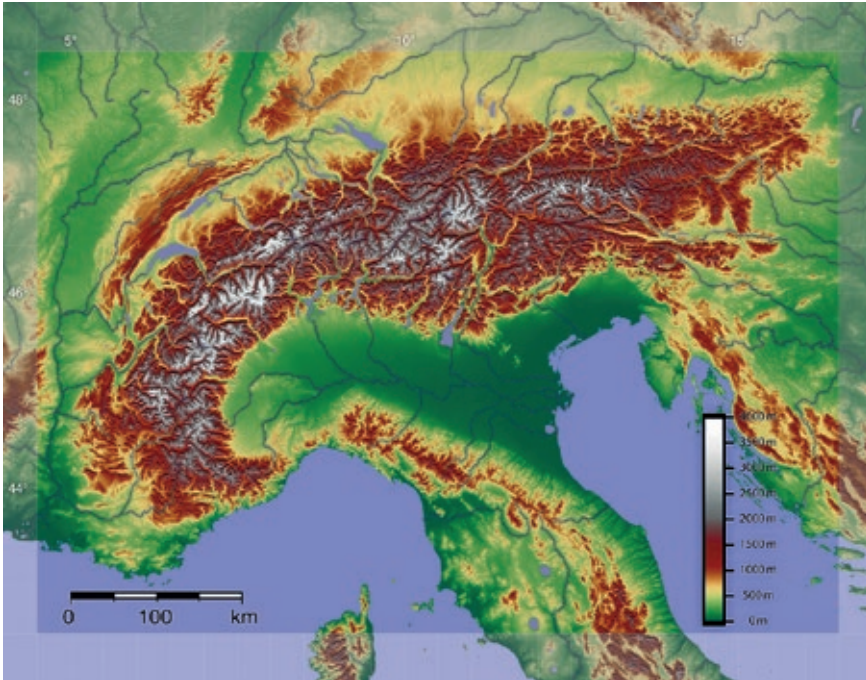


Рис. 2.2. Рельєф Альпійської гірської країни (за [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d9/Alpenrelief\\_01.jpg/768px-Alpenrelief\\_01.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d9/Alpenrelief_01.jpg/768px-Alpenrelief_01.jpg))

плит, відбувається на краях цих плит під час їх сходження та поглинання – підсування однієї плити під іншу.

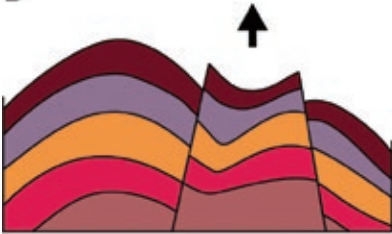
Беручи до уваги механізм горотворення, тектонічні гори поділяють на *складчасті* (створені головно пластичними, складчастими деформаціями поверхні земної кори), *брилові* (створені головно розривними, розломно-блоковими деформаціями) та *складчато-брилові* (роль деформацій різного типу співмірна). Рельєфотвірні складчасті деформації характерні для епігеосинклінальних гір (Альпи, Карпати, Кавказ, Гімалаї), складчато-блокові й блокові – для епіплатформних (Тянь-Шань, Саяни, Алтай).

Складчасті гори можуть утворитися і в результаті плавних тектонічних рухів, наприклад, внаслідок куполо- та валоподібних піднесень великих ділянок земної поверхні (так формуються рифтові та квазіплатформні гори), і при інтенсивному складкоутворенні, зазвичай поєднаному з формуванням тектонічних насувів і покривів, й виразному хвилеподібному піднятті вузьких і протяжних зон (таке формування властиве для Альп і Карпат та інших сучасних і давніх епігеосинклінальних гір). Класичний приклад давніх складчастих гір – Аппалачі Північної Америки.

А



Б



В

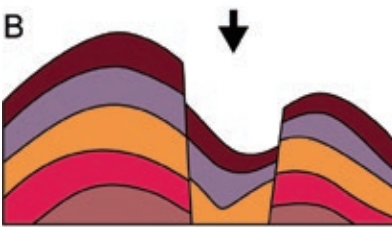


Рис. 2.3. Складчасті (А) та складчасто-брилові (Б, В) гори – <http://school.xvatit.com/index.php?title=%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:As83.jpg#file>

Типові складчасто-брилові гори виникають на ділянках земної кори, де в далекому минулому вже існували складчасті гори. Земна кора стала там менш пластичною і набула стійкості щодо вигину з малим радіусом кривизни. І коли знову відбувалися горотвірні процеси, товщі порід не лише зминались у великі пологі складки – склепінчасті підняття, а й розколювалися на брили, підняті на різну висоту (рис. 2.3).

Брилові гори формуються внаслідок переміщення блоків вздовж розломів земної кори з утворенням горстів і грабенів. Гори такого типу можуть виникати в межах давних платформ, але переважно утворюються на складчастій основі, яка зазнала вже платформної консолідації. До них належать Алтай та гори Прибайкалля, гори Сьєрра-Невада в Каліфорнії.



Особливості рельєфу тектонічних гір залежать від:

- 1) амплітуди та швидкості тектонічних піднять і зміни швидкості цих піднять у часі: два перші показники визначають висоту гір та виразність гірського рельєфу, а значні за тривалістю зміни швидкості тектонічних піднять можуть спричинитись до формування висотної ярусності рельєфу, зокрема східчастої ярусності рельєфу гір;
- 2) механізму горотворення – типу тектонічної деформації поверхні земної кори (деформації складчасті, розломно-блокові, складчасто-блокові, складчасто-насувні);
- 3) геологічного віку гір (часу їхнього формування) та стадії їх розвитку (розрізняють стадії висхідного та низхідного розвитку – росту та руйнування гір, та стадію їх зрівноваженого розвитку): у геологічно молодих горах, які перебувають на стадії висхідного розвитку, порівняно добре збережений первинно-тектонічний рельєф, трапляються ділянки давнього, доорогенного рельєфу;
- 4) будови приповерхневої частини земної кори – геологічної структури та складу субстрату гір. Наприклад, відмінності рельєфу Скибових, Вододільно-Верховинських і Полонинсько-Чорногірських Карпат зумовлені передусім різною будовою їх субстрату;
- 5) типу екзогенного рельєфотворення – комплексу екзогенних геоморфологічних процесів, зумовлених кліматом.

Широко розповсюджені у південній частині Євразії складчасті епігеосинклінальні гори мають складчасту (Копет-Даг), розломно-складчасту (Великий Кавказ) та складчасто-насувну (Альпи, Карпати) будову. Для всіх цих гір характерне упорядковане розташування гірських хребтів, витягнутих уздовж загального простягання гірських країн та головних складових їх геологічної структури. Проте рельєф складчастих гір може бути не лише відповідним (антикліналям відповідають хребти, а синкліналям – пониження), а й інверсійним чи частково узгодженим. Таким є утворений внаслідок вибіркової денудації та препарування товщ стійких порід при руйнуванні складок і насувів *структурно-денудаційний рельєф*, представлений зокрема надантиклінальними, моно- та ізоклінальними

хребтами. При руйнуванні крупних складок-піднять на їх схилах утворюються куести та моноклінальні хребти, характерні для прикрайових частин багатьох складчастих гір (рис. 2.4).

Тектонічний і структурно-денудаційний рельєф гірських областей ускладнений формами *флювіального* (долини постійних і тимчасових водотоків, річкові тераси, конуси винесення та ін.) та *гравітаційного* (зсуви, обвальні та осипні утворення) походження. Важливу роль у будові рельєфу високих гір відіграють форми, створені *гляціальними* та *нівальними* процесами (льодовикові долини та котли, нівальні ніші).

Утворення тектонічних гір – досить тривалий процес, що проходять декілька мільйонів чи десятки мільйонів років. За підрахунками учених швидкість тектонічного підняття (росту) гір становить від 1 мм до 1 см на рік. Якби гори весь час росли зі швидкістю 1 см на рік, то лише за один мільйон років вони досягли б відмітки 10 км. Проте, швидке тектонічне підняття земної поверхні супроводжується її зниженням внаслідок діяльності зовнішніх рельєфотвірних процесів, інтенсивність яких зі зростанням висоти гір зростає. Величина денудаційного зниження (*денудаційного зрізу*) багатьох високих гір перевищує їхню сучасну висоту. За відсутності підняття гірський рельєф вирівнюється й на місці гір виникають горбисті рівнини.

Рельєф гір, будучи основою гірського ландшафту, справляє хвилююче й неповторне враження на людей. Гори Землі є важливими об'єктами різних видів туризму. Типовими об'єктами геотуризму є визначні гори та вершини гір, гірські водоспади та озера, долини-ущелини, скелі та печери.

Найпривабливіші у геотуристичному відношенні форми рельєфу Українських і Польських Карпат – скелі, каньйоноподібні долини та водоспади. Скелі за морфологічними і генетичними особливостями можна поділити на дві групи (С. Александровіч, 2008). До першої групи входять відособлені скелясті форми (вежі, шпиці, скельні стіни тощо), утворені внаслідок нерівномірного звітнення товщі скельних порід і вибіркової денудації. Для стінок таких скель характерні мікроформи (стільникові, жолобкові та ін.). На українсько-польському пограниччі до цієї групи відносяться скелі Пшондкі (рис. 2.5), Камінь Леско, Скелі Довбуша (Бубнице) (рис. 2.6) та Урицькі скелі. Скелі другої групи мають вигляд скельних уступів і ніш, приурочених до схилових поверхонь, зокрема підмитих берегів річкових долин. В їх утворенні основну роль відіграють гравітаційні та ерозійні процеси. Велике значення в утворенні та еволюції скельних форм мають властивості гірських порід. Скелі приурочені зазвичай до порівняно стійких порід, а їх конфігурація обумовлена домінуючими напрямками тріщинуватості.



Рис. 2.4. Куести Кримських гір – фото І. Бубняка



Рис. 2.5. Скелі Пшондкі біля Кросно – фото Ю. Зінька



Рис. 2.6. Скелі Довбуша поблизу Бубнища – фото Ю. Зінька

Каньйоноподібні долини Карпатах утворюються у місцях локальних виходів стійких порід. Їх вирізняє значна крутизна схилів, вузьке ступінчасте скельне дно, щілино- та V-подібні форми поперечного профілю.

Водоспади творять вертикальні або ступінчасті пороги, з яких спадає струмінь води. Характер порогу визначається геологічною будовою місцевості та величиною ріки. В Українських і Польських Флішових Карпатах типовими є чотири типи водоспадів (С. Александровіч, 1970), виділені за особливостями геологічної будови місця утворення порогів (рис. 2.7 а, б, в, г). Перший тип водоспадів зумовлений горизонтальним заляганням шарів стійких порід (пісковиків), підстелених податливими породами. Другому типу властиве вертикальне залягання шарів стійких порід, третьому – нахилене. Четвертий тип водоспадів вирізняє ступінчастість профілю, зумовлена виходами/чергуванням шарів стійких і податливих порід.

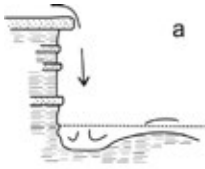
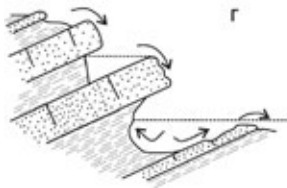
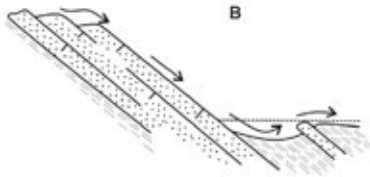
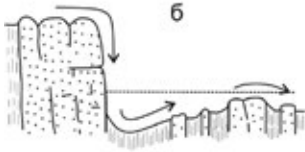


Рис. 2.7. Чотири типи водоспадів в Карпатах  
(С. Александровіч, 1970)



## ▲ Література

Костенко Н.П., 1999: *Геоморфология*, М.: Издательство Москов. ун-та,  
– 384 с.

Ігор Бубняк, Анджей Солецькі

## ▲ III. Основи геології

### ▲ 1. Мінерали та породи

**Мінерал** – природна хімічна сполука кристалічної будови, що виникає унаслідок геологічних процесів. Мінерали є складовими гірських порід, руд. До мінералів помилково відносять рідини – нафту, мінеральну воду, природний газ.

Одні і ті ж самі мінерали можуть утворювати різноманітні форми. До таких належить кальцит.

## Приклади мінералів.

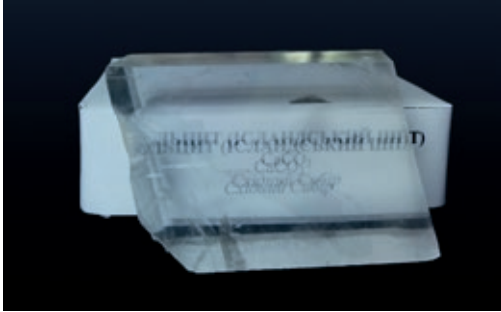


Рис. 3.1. Кальцит ісландський шпат. Мінералогічний музей Львівського національного університету ім. Івана Франка – фото І. Бубняка



Рис. 3.2. Кальцит (кораліт). Мінералогічний музей Львівського національного університету ім. Івана Франка – фото І. Бубняка

**Гірські породи** складаються з одного, або різних мінералів. Прикладом мономінеральної породи може бути вапняк, який складається повністю з карбонату кальцію. Прикладом полімінерального складу є граніт. Класифікація гірських порід здійснюється за генезисом, складом, будовою та властивостями гірських порід.

Породи можуть бути зцементовані (пісковик), або пухкі (пісок).

В залежності від походження породи поділяються на магматичні, осадові та метаморфічні.

Вивітрюючись, магматичні породи поставляють матеріал для осадових порід, і обидва ці типи порід можуть зазнавати тиску та температур, і утворювати **метаморфічні породи**. Метаморфічні породи у випадку



Рис. 3.3. Класифікація гірських порід

глибокого занурення при високих тисках та температурах стають джерелами нової магми. Взаємозалежності та переходи між основними типами порід показані на рис. 3.3.

**Магматичні породи** – це ендегенні гірські породи, що виникають в результаті застигання магми. Магма, що досягає поверхні Землі має назву лава. Магматичні породи складають понад 90% маси літосфери. За умовами утворення магматичні породи поділяються на інтрузивні, гіпабісальні та ефузивні. За хімічним складом породи поділяються на ультраосновні, основні, середні та кислі. За структурою виділяють – афанітові, криптокристалічні та фенокристалічні. (рис. 3.4)

Для **ультраосновних** гірських порід характерним є наявність до 45% кремнезему ( $\text{SiO}_2$ ). Вони звикло мають чорний або темно-зелений колір, характеризуються великою щільністю. Ці породи мають лише інтрузивне походження.

**Основні** гірські породи – магматичні породи із вмістом кремнезему до 55%. Вони багаті на кальцій та магній. Головні породотвірні мінерали в цих утвореннях основні плагіоклази (близько 50%), моноклінні та ромбічні піроксени, магнетит, олівіни тощо. Основні гірські породи поділяють на інтрузивні та ефузивні. В межах України вони є в Донбасі, Закарпатті та на Українському кристалічному щиті.

**Середні** породи – вміст кремнезему 53-66%. Займають проміжне положення між кислими та основними. Вони представлені діоритами та андезитами. Діорит – це глибинна магматична порода, що складається



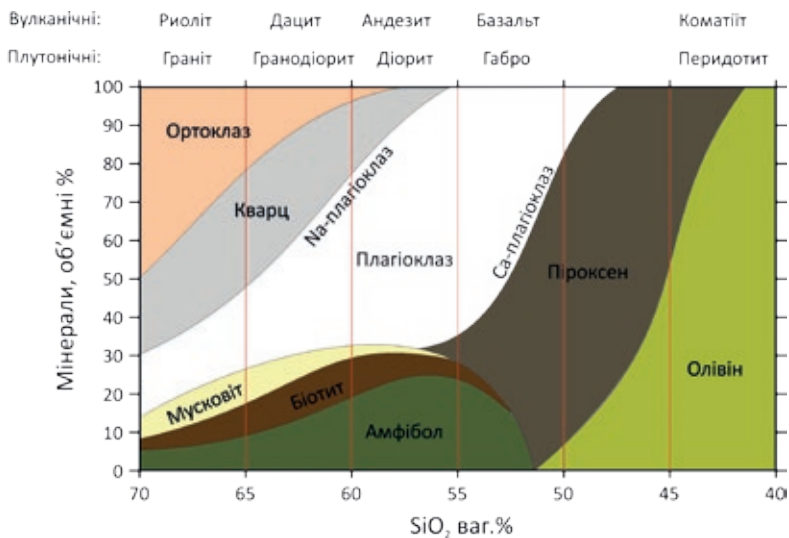


Рис. 3.4. Класифікація магматичних порід



Рис. 3.5. Граніт  
– Фото А.Т. Солецького

з плагіоклазу і одного або декількох кольорових мінералів, найчастіше з рогової обманки.

**Кислі** гірські породи – це магматичні гірські породи з вмістом кремнезему становить 65...80%. До них належать граніти (рис. 3.5), гранодіорити, пегматити, туфи. Головні породотвірні мінерали: кварц (20-30%), лужний польовий шпат (ортоклаз, рідше – мікроклін, санідин для вулканіч. відмін 25-35%), кислий плагіоклаз (альбіт – олігоклаз, рідше – андезин, 20-30%), кольорові мінерали (біотит, амфібол, піроксени – 5-15%); акцесорні – апатит, циркон, ортит, сфен, магнетит, ільменіт та ін. У залежності від генезису Кислі породи можуть бути плутонічними або вулканічними.



Рис. 3.6. Класифікація уламкових осадкових порід



Рис. 3.7. Terra rossa (острів Кирк) – фото А.Т. Солецького

**Осадкові породи** – результат осадження матеріалу, що переноситься водними потоками, повітрям, льодовиками. Зазвичай вони складаються з уламків мінералів та порід і тому мають назву уламкових. Уламки можуть бути пухкими (незцементованими), наприклад пісок, або щільними, тобто «склеєні» за допомогою якось типу цементу – пісковики. В залежності від розмірів уламків породи діляться на гравій (конгломерат), пісок (пісковик), мул (алевроліт), глина (аргіліт) (див. рис. 3.6)

Осадковими породами також є туфи та інші уламки вулканічних порід викинутих на поверхню при виверженні вулканів. Такого типу породи називають пірокластичними.

Продукти звітрювання утворюють покрови, які також вважають за осадові породи. До них належить *terra rossa* (рис. 3.7) – продукт, що виникає



Рис. 3.8. Кристали гіпсу  
– фото А.Т. Солецького



Рис. 3.9. Травертини

в результаті карстового звітрювання, розчинення та вилуговування вапняків. В результаті збагачення мінералами заліза порода набирає червоного кольору, звідки і походить назва.

Осадкові породи можуть виникнути і в результаті осадження (кристалізації) хімічних сполук і тоді вони мають назву хемогенні. Таким чином виникають гіпси (рис. 3.8), солі, та інші породи.

Також деякі види вапняків можуть виникати за рахунок кристалізації з розчинів. Таким чином виникають травертини (рис. 3.9) – нагромадження карбонату кальцію завдяки змін температури і тиску у потоках, що впливають з джерел.

Частина осадових порід виникає в результаті діяльності живих організмів (наприклад, вапняки коралових рифів) і ми їх називаємо біогенними (органогенними). До таких порід також належать також роговики, що виникають завдяки нагромадженню скелетів діатомей, торф та вугілля (таблиця 1). Мінерали в осадових породах можуть виникати на місці утворення породи, тоді говоримо про автогенні, а у випадку коли мінерали привнесені, називаємо їх аlogenними. Прикладом аlogenного мінералу є уламки кварцу принесені рікою з звітрілих магматичних порід, а карбонат кальцію є прикладом автогенного мінералу, який є одночасно цементом для кварцового пісковика.

Таблиця 1. Класифікація осадових порід

ОСАДОВІ ПОРОДИ				
теригенні (кластичні)	пірокластичні	залишкові	хемогенні	органогенні
глина (пеліт)	туф	Терра росса	карбонатні	торф, вугілля
мул (алеврит)		латерит	кременисті	бітуми
пісок (псаміт)		боксит	залісисті	вапняки
гравій (псефіт)			гіпси і солі	роговики
			фосфорити	
			манганові	
			сірка	

У Зовнішніх Карпатах домінують осадові уламкові породи, що виникли в результаті осадження матеріалу з каламутних (турбідитних) потоків, що спливали до морських басейнів по континентальному схилі (рис. 3.10). Уламки походять з міцних порід, що оточували морський басейн (вапняки, пісковики, алевроліти, аргіліти) або з дна басейну. Також уламки могли походити з віддалених районів, що постачали матеріал, нехарактерний для Карпат. Такими уламками є залишки магматичних та метаморфічних порід і їх називають екзотичними. Ще одним джерелом осадків були вулканічні туфи, що переносились вітром із районів активної вулканічної діяльності (сучасні території Закарпаття, Словаччини, Угорщини, Румунії).

Крім уламків порід та мінералів в карпатських водних басейнах протягом їх багатомільйонної історії осаджувались залишки організмів, що жили на різних глибинах, в тому числі діатомові водорості з креме-

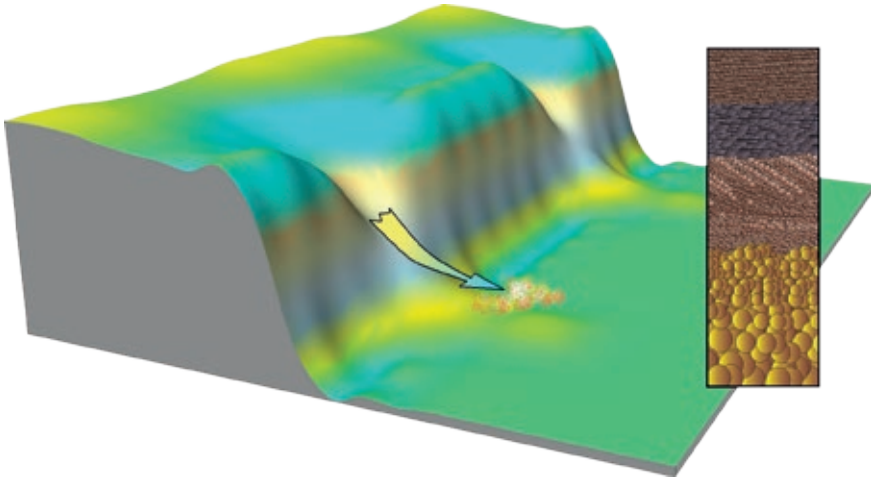


Рис. 3.10. Схема утворення турбідитів – фото А.Т. Солецького

невими стінками та коколитофорами з вапнистими елементами комірок. На умови збереження в осаді карбонату кальцію має вплив глибина, на якій формується осад. З глибиною збільшується насичення  $\text{CO}_2$  та інтенсивніше проходить реакція протилежна тій, що описана при утворенні травертинів: скороченням CCD – *Calcite (Carbonate) Compensation depth* позначають глибину, на якій переважає розчинення кальциту (карбонату) над його відкладенням. В сучасному Тихому океані ця глибина складає 4200-4500 м.

Первинне утворення органічної матерії, що базується на фотосинтезі, відбувається в освітленій епіпелагічній зоні. Утворені автотрофними водоростями органічні речовини є їжею для гетеротрофних організмів. За сприятливих умов, надлишок виробленої органічної речовини не витрачається гетеротрофами і може зберегтись в осаді. Особливо сприятливими умовами для збереження органічної речовини в осаді були періоди підвищеної концентрації вуглекислого газу в атмосфері Землі та сильного парникового ефекту, який був результатом природних причин (вибухи вулканів, емісія метану тощо) значно сильніше проявлених ніж тепер. Одним із таких періодів був палеоцен-еоценовий термічний максимум.

В результаті захоронення осадків, в умовах високої температури та тиску, на глибині в декілька кілометрів (рис. 3.11) відбувається процес діагенезу, що приводить до літифікації осаду, утворення щільних порід в результаті кристалізації цементу, наступним є процес відомий як катагенез. Органічний матеріал в умовах катагенезу може стати джерелом вуглеводнів (нафти та газу).

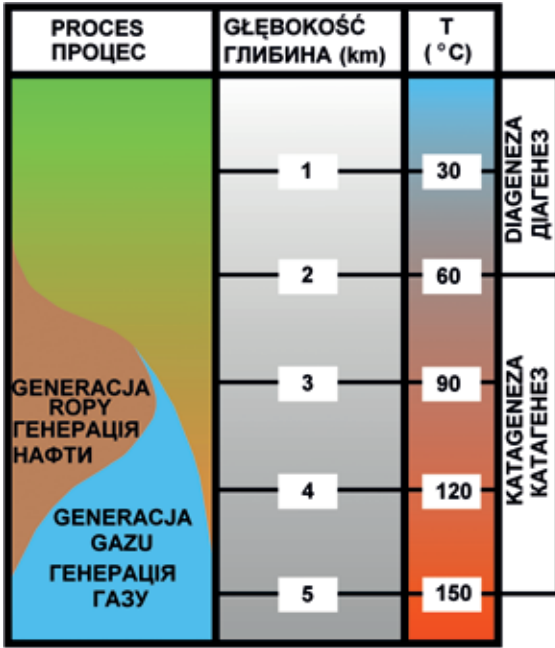


Рис. 3.11. Умови утворення вуглеводнів. (Tissot i Welte 1984, спрощено)



Рис. 3.12. Метаморфізований конгломерат – фото А.Т. Солецького

**Метаморфічні породи** – виникають в результаті перетворення (метаморфози) магматичних або осадових порід в умовах високих тисків і температури в надрах Землі. Метаморфізм приводить до перекристалізації

мінералів до зміни текстури – взаємного розміщення кристалів, що мають звичайно, впорядкований характер. Граніт, що не мав жодної орієнтації зерен перетворюється в гранітогнейс. Уламки в конгломератах стають сплюсненими та орієнтованими. (рис. 3.12)

Дрібнозернисті осади, що в результаті діагенезу перетворились в алевроліти та аргіліти під впливом метаморфізму стають тонколистуватими. Породи з такою окремістю називають сланцями, а у випадку коли шари стають дуже тонкими, а ступінь метаморфізму невеликий – філітами.

## 2. Визначення відносного віку геологічних утворень

**Відносний вік** осадових порід (наприклад крейда, юра, палеоген) визначають на підставі співвідношень між шарами, базуючись на принципі суперпозиції, який твердить, що породи, які залягають нижче є старшими від тих, що знаходяться вище (рис. 3.13). Той факт, що в породах на різних рівнях виявлені залишки рослин та тварин привів до виділення ер, періодів, епох та інших стратиграфічних підрозділів. З використанням керівних груп, характерним для яких є широке розповсюдження на протязі короткого часу вдалось створити стратиграфічні таблиці для всієї планети. (Таблиця 2)

Таблиця 2. Стратиграфічна таблиця

ЕРА	ПЕРІОД	ЕПОХА
кайнозой 66 млн	четвертинний 2 млн	голоцен
		плейстоцен
	неоген 23 млн	пліоцен
		міоцен
	палеоген 66 млн	олігоцен
		еоцен
палеоцен		
мезозой 252 млн	крейда 145 млн	пізня
		рання
	юра 201 млн	пізня
		середня
		рання
	тріас 252 млн	пізній
		середній
		ранній
	палеозой 541 млн	перм 299 млн
гудалуп		
цісурал		
карбон 359 млн		пенсильваній
		міссіпій
девон 419 млн		пізній
		середній
		ранній
силур 443 млн		пжидол
		лудлов
		венлок
		ландовер
ордовік 485 млн		пізній
		середній
		ранній
кембрій 541 млн	фуронг	
	відділ 3	
	відділ 2	
	теренев	
протерозой	неопротерозой	
	мезопротерозой	
	палеопротерозой	
архей	неоархей	
	мезоархей	
	палеоархей	
	еоархей	



Рис. 3.13. Принцип суперпозиції – старші породи залягають нижче від молодших. Внизу девонські пісковики, вище крейдові конгломерати – фото В. Слівінського



**Абсолютний вік** (подається в млн. років) найкраще визначається в магматичних породах, які від початку кристалізації мінералів можна вважати за замкнуту систему, в якій кількість радіоактивних ізотопів та продуктів їх розпаду залежать від часу, який пройшов від початку кристалізації. Позаяк вивержені магматичні породи часто знаходяться (перешаровуються) разом з осадовими, утворюючи лавові покриви, жили існує можливість визначення абсолютного віку осадових порід. Абсолютний вік представляється в стратиграфічних колонках у відповідних підрозділах.

## 3. Геологічні процеси

Усі геологічні процеси діляться на дві великі групи – **ендогенні**, глибинні та **екзогенні**, поверхневі.

### Ендогенні процеси

В надрах нашої планети постійно відбуваються геодинамічні процеси. Надра – резервуар теплової енергії. Значна частина енергії (44 TW) втрачається поверхнею Землі, даючи значення теплового потоку  $65 \text{ mW/m}^2$  (деколи значення в рифтових зонах та орогенах досягає  $100 \text{ mW/m}^2$ ).

Тепло надр Землі частково акумулювалось під час гравітаційної конденсації нашого глобусу. Це первинне тепло постійно поповнюється завдяки фазовим переходам в мінералах та радіоактивному розпаду. Воно являє собою рушійну силу ендегенних процесів, які формують поверхню планети. Підняття гірських хребтів, вулканізм, безперервне утворення нових порцій дна океану в рифтових областях – це лише деякі з їх результатів. Порівняно неглибокі, до 100 км потужні сейсмічні порухи вивільняють енергію в десятки тисяч разів більше, ніж атомна бомба, яка зруйнувала Хіросіму. Викликані ними коливання земної поверхні вбивають сотні тисяч людей в одночасі. Джерелом цих сил є конвекційні потоки в частково розплавленій верхній мантії Землі. Ще глибше, в рідкому ядрі Землі конвекційні потоки є електродинамічним динамом, що генерує магнітне поле, що оберігає нас від космічного випромінювання.

Ендегенні процеси пов'язані з процесами на всій земній кулі лежать в основі тектоніки плит. Витоки тектоніки плит, так званого континентального дрейфу, розроблені Альфредом Вегенером на початку ХХ століття (рис. 3.14).

Подальшими розвитком теорії Вегенера є теорія тектоніки плит, основні елементи, показані на рис. 3.15.

Одним з його основних елементів є дивергентні границі – великі розломи літосферних плит та пов'язані з ними рифти, вздовж яких проявляється вулканічна активність (наприклад Сінгвелір в Ісландії). Проникаючі вздовж рифтів магми викликають спредінг океанічного дна та створення нової океанічної кори. Рифти, що виникають на континентах можуть привести до їх розділення, як у випадку вегенеровської Пангеї, що розпалась на Лавразію та Гондвану і розділялась океаном Тетіс. Весь процес керується конвекційними потоками, що проявляються в глибоких зонах (мантія) нашої планети. Надлишок океанічної кори, що утворилась в рифтах занурюється під материк уздовж так званих конвергентних границь, де відбувається субдукція. Процес колізії (зіткнення) океанічної плити з континентальною приводить до утворення у північній частині континенту так званої акреційної призми осадків скальпованих з підсуненої під континент океанічної плити та перемішаних з осадками з континенту. У результаті колізії відбуваються інтенсивні деформації гірських порід, їх підняття, а ерозійні процеси надають піднятим ділянкам гірський характер. Цей процес супроводжується кислим магматизмом, пов'язаним з переплавлянням багатих кремнієм осадків, що опинилися в зоні субдукції.

Під час деформації масивів гірських порід утворюються різноманітні структури: розломи, тріщини, складки. Детальніше вони будуть розглянуті в наступних розділах.

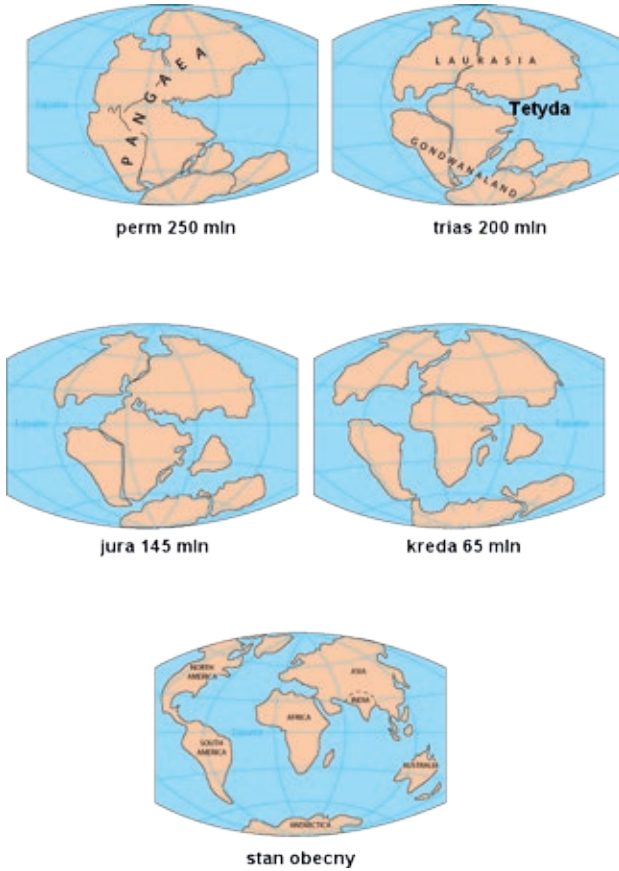


Рис. 3.14. Теорія дрейфу континентів А. Вегенера (за <http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic> спрощено)

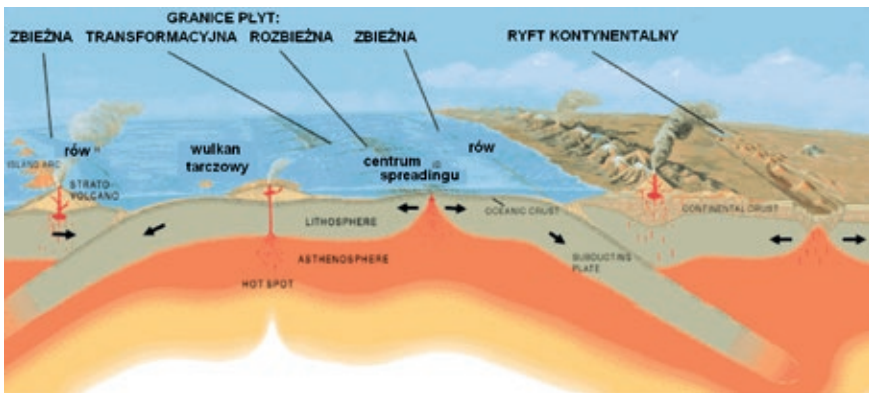


Рис. 3.15. Основні елементи тектоніки плит (за <http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic> спрощено)



Рис. 3.16. Тріщини в базальтах (Вовча гора) – фото А.Т. Солецького

## Екзогенні процеси

Екзогенні процеси відбуваються під впливом факторів, що діють на поверхні Землі: зміна вологості, температури, діяльність живих організмів, води та вітрової ерозії. Їх вплив на скельний масив сильно залежить від його внутрішньої будови, і особливо від систем тріщин, що дають змогу циркулювати воді. Звітрілі масиви гірських порід зазнають ерозії, а у випадку наявної дощової води звітрілий матеріал вимивається, транспортується, відкладається в осадових басейнах (конусах виносу, рівнинах, дельтах, озерах і морях) і перетворюється в осадові породи.

Процес звітрювання у випадку сприятливих умов середовища проходить дуже швидко.

Стільникові структури можуть виникнути протягом декількох років під впливом солоної води, при високій вологості та різких температурних змінах, що викликають циклічні насичення породи водою і її швидке випаровування, пов'язане з кристалізацією солі.

Також досить швидко відбувається морозне звітрювання (розрив щілин через замерзання води) при добових змінах температури близько нуля градусів. Значна частина фрагментів базальтових колон на рис. 3.16 знаходиться на снігу, тобто перемістилась після його випадання.

Різні властивості відpornості гірських порід можуть привести до виникнення мальовничих форм, а особливо коли підніжжя скель зволожується конденсаційними водами або атмосферними опадами (рис. 3.17).



Рис. 3.17. Результат селективного вивітрювання порід – фото А.Т. Солецького

## 4. Структури, що виникли внаслідок деформації масивів гірських порід

### Складки

Складки належать до плікативних порушень, під якими розуміють будь-які вигини верств гірських порід без розриву їх суцільності.

Виділяють дві основні групи складок: *антиклінальні*, в ядрі яких залягають старші породи, і *синклінальні* (рис. 3.18, 3.19). Антиклінальною складкою називають вигин шарів, в ядрі якого знаходяться старші, а чим ближче

до країв, більш молодші шари. Складка, яка направлена вершиною вниз називається синклінальною складкою.

Ці визначення не змінюються навіть у тих випадках, коли складки виявляються перекинутими. У високометаморфізованих породах, якщо неможливо визначити покрівлю або підоснову верстви для визначення вигину верств застосовують терміни: *антиформа*, у випадках коли верстви вигнуті догори, і *синфарма* якщо вони вигнуті донизу.

Основними елементами складки є (рис. 3.20):

- **крила** – верстви (пласти), які складають бокові частини складки, розташовані по обидва боки згину. У багатьох типів складок крило складки одночасно належить антикліналі і сусідній з антикліналлю синкліналі, тому при описанні елементів таких складок завжди потрібно вказувати про яку конкретно антикліналь чи синкліналь йдеться;
- **ядро** – внутрішня частина складки, обмежена якою-небудь верствою порід;
- **кут при вершині складки** – кут, утворений продовженням крил складки до їх перегину;
- **замок, або склепіння** – місце перегину шарів, які утворюють антиклінальну чи синклінальну складку;
- **осьова поверхня** – поверхня, яка ділить кут при вершині складки навпіл і розділяє складку на дві рівні частини;
- **шарнір** – лінія, яка з'єднує точки перегину шару;
- **осьова лінія, або вісь** – лінія перетину осьової поверхні складки з горизонтальною поверхнею;
- **гребінь** – найвища точка складки, яка не співпадає з шарніром у випадку нахилених або лежачих складок.

## Опис складок при польових дослідженнях

При описі складок у полі необхідно врахувати такі ознаки: текстурні елементи, що утворюють складку (шаруватість, сланцюватість); форму складки за положенням осьової поверхні; форму замка складки; кут та азимут падіння осьової поверхні; кути і азимуту падіння крил; кут між крилами складки; ступінь дисгармонії складок, утворених різними пластами єдиної серії в межах відслонення; ступінь спотворення складки, тобто порушення цілісності складки через переміщення у площинах сланцюватості або кліважу; літологічний склад порід та шарів у замку і на крилах складки; співвідношення потужностей пластів у замку і на крилах складки;

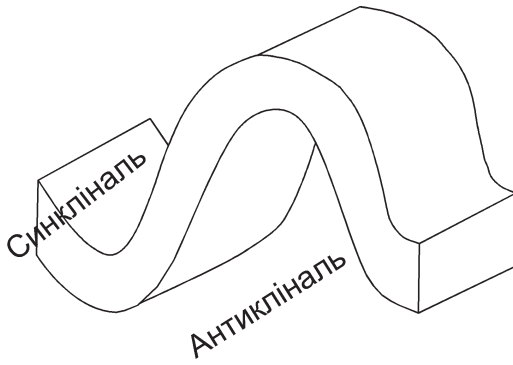


Рис. 3.18. Антиклінальна та синклінальна складки



Рис. 3.19. Антиклінальна складка в стрийських відкладах, показані елементи залягання крил – фото І. Бубняка

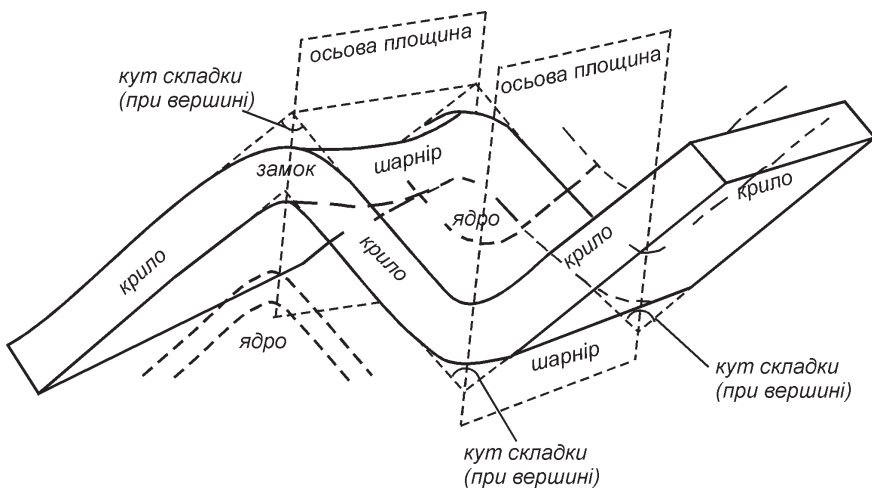


Рис. 3.20. Основні елементи складки

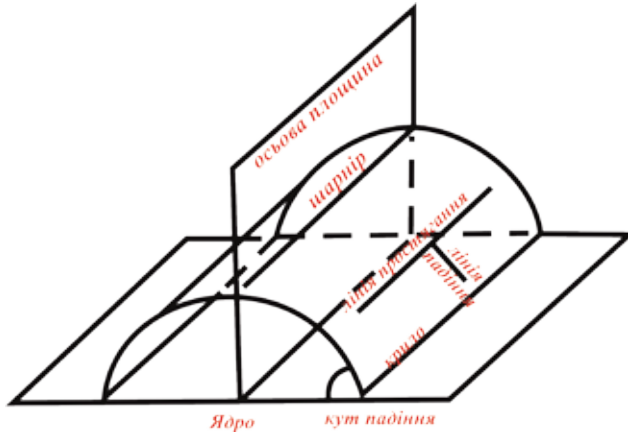


Рис. 3.21. Елементи залегання складки

наявність ускладнюючої додаткової складчастості, наявність жил та прожилків і співвідношення їх з елементами складки; характер та напрямок міжшарового ковзання на крилах складки та в її ядрі, орієнтація штрихів та борозни ковзання; опис складок волочіння на крилах великих складок; розміри тріщин різних типів та їх елементи залегання. У тих випадках, коли в досліджуваних відкладах наявні складки різних порядків, їх треба описувати від великих до дрібних, які ускладнюють перші. Для характеристики відносних чи абсолютних розмірів складок використовують їх довжину, ширину, висоту.

До основних елементів залегання складки відносять (рис. 3.21):

- **Лінію простягання** – це горизонтальна лінія на поверхні шару або пересічення поверхні з горизонтальною площиною. У кожному конкретному шарі, який зберігає своє положення в просторі можна провести довільну кількість ліній простягання і всі вони будуть паралельні між собою;
- **Лінію падіння** – це лінія, яка лежить на поверхні шару і перпендикулярна до лінії простягання, лінія падіння є вектор, направлений вниз по шару, який вказує напрям падіння шару;
- **Кут падіння** – кут між поверхнею шару і горизонтальною площиною, або ж кут між лінією падіння і її проекцією на горизонтальну площину. У випадку горизонтального залегання шару кут падіння дорівнює  $0^\circ$ ; при вертикальному положенні шару кут падіння дорівнює  $90^\circ$ . Таким чином кут падіння змінюється від 0 до  $90^\circ$ . У випадку коли шар знаходиться в перевернутому залеганні, кут падіння все одно буде менше  $90^\circ$ .



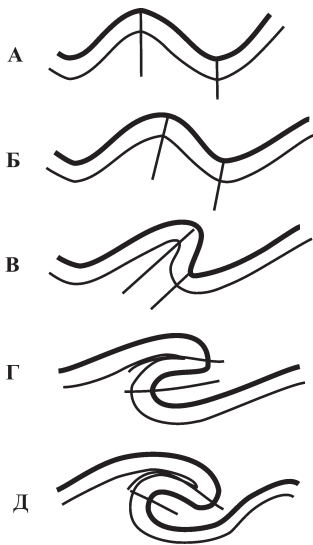


Рис. 3.22. Види складок виділенні за положенням осьової поверхні. А – пряма або симетрична; Б – похила або асиметрична; В – перекинута; Г – лежача; Д – пірнаюча

Найбільш поширеними класифікаціями складок є ті, які беруть до уваги положення їх осьових поверхонь і крил а також загальну позицію складчастих форм. На цих принципах заснована кінематико-геометрична класифікація складок (рис. 3.22):

- **пряма або симетрична складка** – це складка, осьова поверхня якої вертикальна. Крила складки нахилені в різні боки, обидва крила складки мають однаковий нахил до горизонтальної поверхні;
- **похила, коса або асиметрична складка** – якщо крила складки не симетричні, одне з них більш полого чим інше, і площина симетрії складки – нахилена;
- **перекинута складка** – крила складки нахилені і падають в одну і ту ж сторону під різними або однаковими кутами, а осьова поверхня нахилена в сторону падіння крил;
- **лежача складка** – осьова поверхня горизонтальна, крила складки зазвичай нахилені теж горизонтально.

Коли осьова поверхня «пірнає» нижче лінії горизонту таку складку називають пірнаючою.

Важливою особливістю перекинутих, лежачих складок є перевернене залягання порід складки, які складають одне з крил цієї складки. Тоді як в іншому крилі складки зберігається нормальне залягання порід. При перевернутому заляганні порід молодші породи залягають внизу, а старші вверху. Таким чином замість нормальної стратиграфічної послідовності шарів, спостерігається обернена стратиграфічна послідовність.



Рис. 3.23. Види складок виділені за формою замка та крил, а – гострі; б – гребенеподібні; в – аркоподібні; г – скринеподібні; д – віялоподібні; е – ізоклінальні

За формою замка складки діляться на (рис. 3.23):

- **гострі** – гострі замки антикліналей і синкліналей, крила плоскі;
- **гребенеподібні** – вузькі, гострі антикліналі, розділені широкими пологими синкліналями;
- **кілеподібні** – вузькі гострі синкліналі, розділені широкими, пологими антикліналями;
- **скринеподібні** – широкі пологі антикліналі та синкліналі, що з'єднуються такими ж широкими, дуже нахиленими крилами під більш або менш гострими кутами;
- **аркоподібні або гіперболічні** – плавні, але яскраво виражені шарніри антикліналей і синкліналей, крила плоскі або майже плоскі;
- **віялоподібні** – крила в перекинутому заляганні, хоч складка знаходиться в стоячому (не перекинутому) положенні.

Для характеристики відносних чи абсолютних розмірів використовують:

- **нахил складки** – кут між осьовою поверхнею і вертикальною площиною;
- **падіння осі** – кут між віссю і горизонтальною лінією;
- **радіус складки** – відстань між осьовими поверхнями суміжних складок;
- **ширину складки** – відстань між лініями торкання однієї з поверхонь (дзеркал) із суміжними складками, що вимірюється перпендикулярно до цих ліній (звичайно відповідає відстані між склепінневими лініями сусідніх антикліналей або кільовими лініями сусідніх синкліналей);
- **висоту складки** – відстань між двома поверхнями (дзеркалами групи складок), що вимірюється паралельно осьовій поверхні;
- **амплітуду складки** – відстань між двома поверхнями дзеркал групи складок, що вимірюється перпендикулярно до них.

Залежно від величини кута при вершині складки та співвідношення осьової поверхні і крил розрізняють:

- **відкриті** – складки, які характеризуються тупим кутом при вершині;
- **закриті** – складки у яких кут при вершині гострий;
- **ізоклінальні** – осьова поверхня яких паралельна крилам складки.

Структурно-геометрична класифікація складок заснована на критерії співвідношень між шарами:

- **концентричні складки** – вигини окремих пластів мають загальний центр, вони стають пологими далі від ядер;
- **подібні складки** – окремі пласти мають однакові або близькі вигини незалежно від відстані до ядер;
- **дисгармонійні складки** – дуги кривизни окремих шарів різні і не мають загального центру.

## Розломи



Рис. 3.24. Лежачий та висячий блоки розлому

**Розломи** – результат крихкої деформації гірських порід земної кори. В розломі, зазвичай, виділяють два блоки, які відносно спостерігача називаються лежачим та висячим (рис. 3.24). Поверхня розлому апроксимується площиною і фіксують такі елементи як азимут падіння, кут падіння, величину зміщення блоків (рис. 3.25) На підставі відносного переміщення блоків виділяють такі кінематичні типи розломів: **підкид**, **скид**, **зсув** (рис. 3.26). Існує велика кількість комбінацій цих трьох типів. Розломи проявляються в різних масштабах – від перших сантиметрів до десятків кілометрів. На рис. 3.27 приведений лістричний розлом з викривленою поверхнею зміщувача.

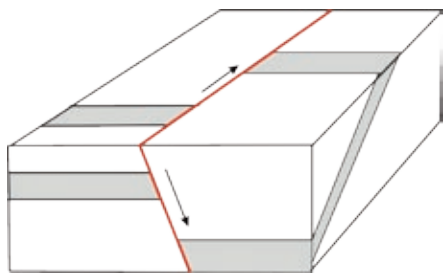


Рис. 3.25. Горизонтальне та вертикальне зміщення блоків розлому

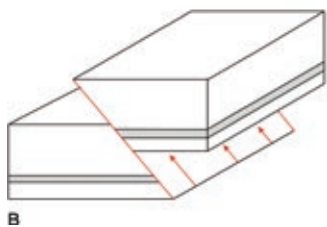
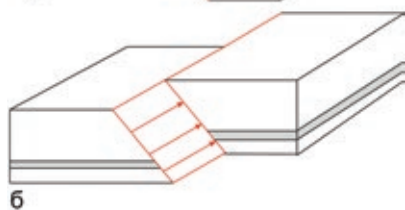
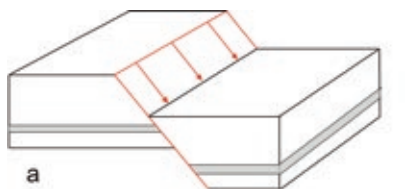


Рис. 3.26. Кінематичні типи розломів: а – скид, б – зсув, в – підкид



Рис. 3.27. Скид з лістричною поверхнею зм'ягача – фото І. Бубняка

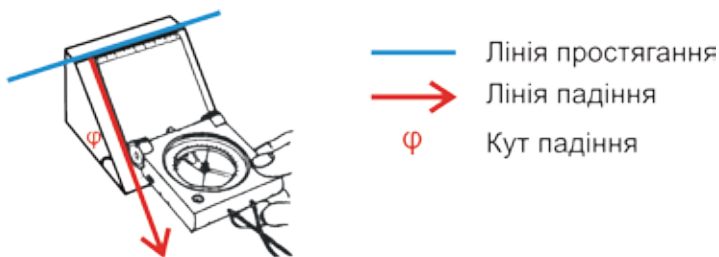


Рис. 3.28. Вимірювання елементів залягання площини за допомогою компаса системи Фрайберг



Рис. 3.29. Сполучені тріщини, долина р. Опір, с. Тухля – фото І. Бубняка

## Тріщини та дзеркала ковзання

**Тріщини** – найпоширеніші тектонічні елементи земної кори. Тріщину апроксимують площиною. Тому тут заміряємо азимут падіння та кут падіння (рис. 3.28). Найліпшими для заміряння елементів залягання тріщин є компаси системи Фрайберг. Вони дають змогу за один прийом отримувати два заміри: азимут падіння та кут падіння. Це збільшує продуктивність праці в два рази. Особливо це актуально в разі масових замірів тріщин. Зазначають характер поверхні тріщини – пряма, викривлена, мінеральне виповнення тріщини. Обов'язковим є опис взаємодії з іншими тріщинами, фіксація, де можливо щодо віку систем тріщин (рис. 3.29).

Дзеркала ковзання (рис. 3.30) є важливими кінематичними індикаторами у разі вивчення еволюції полів напружень. У полі заміряють такі елементи дзеркала ковзання:

- елементи залягання площини дзеркала ковзання (рис. 3.31);
- елементи залягання штрихів (борозен), що фіксують напрям переміщення різних блоків дзеркала ковзання (рис. 3.31);



Рис. 3.30. Дзеркало ковзання в стрийській свиті – фото А.Т. Солецького

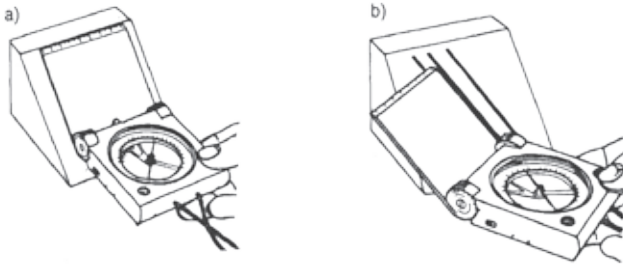


Рис. 3.31. Вимірювання елементів залягання дзеркала ковзання за допомогою компаса системи Фрайберг: а – вимірювання елементів площини, б – вимірювання елементів штрихів ковзання

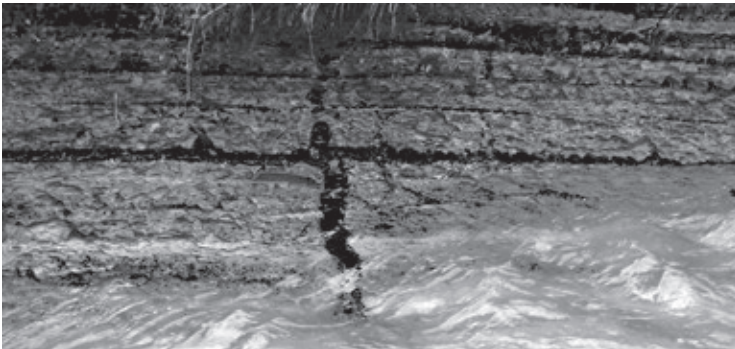


Рис. 3.32. Кластична дайка в середньопалеогенових відкладах – фото І. Бубняка

- кінематичний тип дзеркала ковзання;
- мінеральне виповнення дзеркала ковзання;
- характер поверхні дзеркала ковзання – рівна, притерта тощо;
- розмір площини дзеркала ковзання;
- за наявності декількох генерацій штрихів визначають їхній відносний вік;
- ступінь достовірності визначення кінематичного типу – упевнений, гаданий, невідомий.

Для кластичних дайок (рис. 3.32) фіксують:

- азимут і кут падіння дайки;
- потужність дайки;
- матеріал, яким виповнена дайка;
- характер контакту з вміщуючими породами.

## ▲ 5. Опис геологічних об'єктів

Головними геологічними атракціями є відслонення гірських порід, різноманітні природні явища та результати їх діяльності. В цьому посібнику (розділі) розглянемо способи опису цих об'єктів – їх фіксації, нанесення на карти.

Туризм, в тому числі і геотуризм, насамперед пов'язаний з певними територіями, які зображуються за допомогою різноманітних карт. На цих картах також зображуються геооб'єкти. Особливістю геологічних об'єктів є те що вони крім описової складової мають просторову прив'язку. Тому спочатку розглянемо карти, що мають відношення до нашої теми.

Здавна люди зображують предмети, що їх оточують на різноманітних картах. Історія картографування налічує тисячі років – від піктографічних зображень на скелях до сучасних електронних карт.

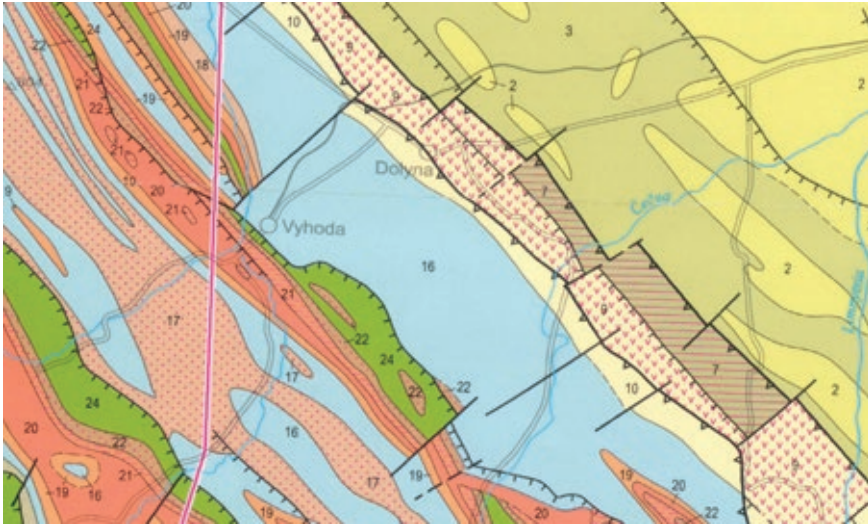


Рис. 3.33. Фрагмент геологічної карти масштабу 1:200 000



Рис. 3.34. Вигляд з космосу ділянки, зображеної на рис. 3.33

Завдяки останнім досягненням в інформаційних технологіях в картографуванні здійснена «цифрова» революція. До таких технологічних проривів належать винайдення інтернету, поява GPS навігації, створення портативних комп'ютерів. Картографування здійснюється в реальному часі, збільшується точність робіт.



На ринку є достатня кількість карт як паперових так і електронних, що можуть використовуватись при проведенні геологічних екскурсій. До таких належать туристичні карти масштабу 1:100 000, 1:75 000.

Особливим видом карт є геологічні карти, на яких низкою засобів показують геологічну будову території. На геологічних картах показують розповсюдження гірських порід, їх вік, форми залягання. Вік порід показують за допомогою кольорів. Існує загальноприйнята шкала кольорів для певних вікових проміжків. Спеціальними значками показують елементи залягання порід, демонструючи структурні особливості території. Геологічна карта на відміну від звичних топографічних карт демонструє тривимірну будову. Геологічні карти, як і інші види карт, можуть бути різноманітних масштабів: від крупно масштабних (1: 10000, 1:25 000) до дрібномасштабних (1:1000000) оглядових. Геологічна карта супроводжується одним або декількома розрізами та стратиграфічною колонкою. На геологічних розрізах зображують глибинну будову досліджуваного району. На стратиграфічних колонках зображують послідовність залягання осадових, метаморфічних та магматичних порід, їх вік та потужності. Існує велике різноманіття геологічних карт – тектонічні, геоморфологічні, карти корисних копалин та інші.

Прикладами геологічних карт є Геологічна карта Українських Карпат в масштабі 1:200 000 видана в 1976 році під редакцією В. Шакіна та спільна українсько-польська карта. Багато крупномасштабних карт побудовано геологічними організаціями України. Частина з них опублікована. Серед інших карт слід назвати Геологічний Атлас Галичини, що був створений перед 1939 роком. Фрагменти геологічних карт також можна знайти в численних публікаціях дослідників, що працюють в Карпатському регіоні.

## Опис відслонень

Опис відслонень – одна з найважливіших складових роботи геолога. Як і на початкових етапах геологічної науки польові спостереження є основним джерелом інформації для подальших досліджень. Геологічні об'єкти мають свої особливості. Вони мають розміри від перших сантиметрів (мінерали) до сотні кілометрів (гірські пояси). Часовий період їх існування – сотні та мільйони років. Тому необхідно якнайповніше зібрати дані про досліджуваний об'єкт.

Відслонення – це виходи гірських порід на поверхню. Часто зустрічається термін *корінні виходи порід*. Відслонення можуть мати різні форми та розміри. Вони знаходяться на березі ріки, в руслі ріки, на березі моря,



Рис. 3.35. Прилади що використовуються при локалізації місцезнаходження дослідника – фото І. Бубняка

на схилах гір. Відслонення може бути природного або штучного походження. Багато геологічних атракцій зустрічається власне у формі відслонень. Відслонення може знаходитись в дорожній виїмці.

Перед тим як розглядати опис відслонень необхідно вказати на засоби, які треба мати для такого опису. До них належать карти, нотатники, геологічний компас, геологічний молоток, лупа, мірна стрічка, мішечки для зберігання зразків.

## Етапи опису відслонень

Локалізація відслонення. В залежності від наявних засобів це можна здійснити декількома способами. При наявності лише карти за допомогою олівця наноситься розташування об'єкта на карту у вигляді точки та вказується номер відслонення. Одночасно фіксується цей об'єкт в нотатнику. Відслонення може бути показане і у вигляді контура при значних розмірах. Кожний дослідник розробляє свою систему нумерування об'єктів.

Інший спосіб фіксації відслонення – за допомогою GPS навігатора (рис. 3.35). Так само як і в першому випадку може бути зафіксована лише позиція відслонення, або його контур. Зафіксовані координати рекомендується продублювати в нотатнику, щоб уникнути втрати інформації.

Використання КПК (кишенькового персонального комп'ютера) або смартфона надає додаткові переваги, оскільки в цьому випадку ми одразу бачимо розташування точки спостереження на карті дисплея зазначених приладів (рис. 3.36). В нотатнику вказуємо тип відслонення, його розміри, доступність.

**Опис гірських порід, що складають відслонення.** Розпочинаємо з форми залягання. Породи можуть бути масивними, наприклад вапняки. Дуже часто гірські породи залягають у вигляді шарів. Шари мають потуж-



Рис. 3.36. Геологічний компас системи Фрайберг – фото І. Бубняка

ність (товщину) від перших сантиметрів до декількох метрів. Товщину пластів заміряємо за допомогою лінійки, або мірної стрічки.

Наступним кроком є визначення положення пласта (шара) в просторі. Пласт апроксимується до площини. Цю процедуру здійснюємо за допомогою гірничого або геологічного компаса. Положення пласта в просторі описується двома параметрами – азимутом падіння та кутом падіння. Азимут падіння – це правий горизонтальний кут між проекцією лінії падіння та напрямом на північ. Значення азимуту падіння змінюється від 0 до 360 градусів. Кут падіння – це кут між горизонтальною лінією та лінією падіння і його значення можуть змінюватись від 0 до 90 градусів. Ці параметри наносяться на карту у вигляді значка. Перетин лінії падіння та лінії простягання наноситься в місці заміру. Значення кута падіння записується поряд зі значком елемента залягання.

Крім положення пласта в просторі необхідно вказати де знаходиться його покрівля та підосва. Після відкладення осадків та їх літифікації в результаті тектонічних рухів пласти можуть змінити своє положення аж до перевернутого. Визначення положення ґрунтується на низці ознак. Серед них – розмір зерен, що складає породу. При нормальному положенні внизу знаходяться більші часточки, а до верху вони зменшуються. Інший спосіб визначення покрівлі та підосви за положенням ієрогліфів. Ієрогліфи (механогліфи, біогліфи) – це специфічні утворення, що виникають на початкових етапах осадконагромадження та літифікації. Механогліфи виникають при переміщенні водних мас, що несуть в собі різного розміру уламки, які залишають заглиблення в ще не затверділих осадах. Ці заглибини заповнюються наступними порціями осадкового матеріалу, утворюючи різноманітні форми. Сліди організмів аналогічним способом заповнюються, створюючи біогліфи. Детальніше ознайомитись з визначенням положення покрівлі та підосви в осадкових породах можна в спеціалізованій літературі.

# Зміст

<b>Вступ</b>	<b>3</b>
<i>Оксана Шевчук, Юрій Зінько</i>	
<b>▲ I. Основи геотуризму</b>	<b>3</b>
<b>Література</b>	<b>10</b>
<i>Роман Гнатюк, Юрій Зінько</i>	
<b>▲ II. Геоморфологія гір/Рельєф гір</b>	<b>12</b>
<i>Ігор Бубняк, Анджей Солецькі</i>	
<b>▲ III. Основи геології</b>	<b>22</b>
1. Мінерали та породи	22
2. Визначення відносного віку геологічних утворень	31
3. Геологічні процеси	33
● Ендогенні процеси	33
● Екзогенні процеси	36
4. Структури, що виникли внаслідок деформації масивів гірських порід	37
● Складки	37
● Опис складок при польових дослідженнях	38
● Розломи	43
● Тріщини та дзеркала ковзання	45
5. Опис геологічних об'єктів	47
● Опис відслонень	49
● Етапи опису відслонень	50