

О. О. Мислюк О. М. Хоменко

ГЕОЛОГІЯ

З ОСНОВАМИ ГЕОМОРФОЛОГІЇ

Навчальний посібник

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРКАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

О. О. Мислюк, О. М. Хоменко

**ГЕОЛОГІЯ
З ОСНОВАМИ ГЕОМОРФОЛОГІЇ**

Навчальний посібник

Черкаси
2018

УДК 504:006.4(075.8)
ББК 28.088я73
М65

*Рекомендовано до друку
Вченою радою Черкаського державного
технологічного університету,
протокол № 12 від 18 червня 2018 р.*

Автори:

**Мислюк Ольга Олександрівна,
Хоменко Олена Михайлівна**

Рецензенти:

Сафранов Т. А., доктор геолого-мінералогічних наук, професор, академік Міжнародної академії екології і безпеки життєдіяльності; завідувач кафедри екології та охорони довкілля Одеського державного екологічного університету;

Некос А. Н., доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри екологічної безпеки та екологічної освіти Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна;

Білик Л. І., доктор педагогічних наук, професор кафедри загальної екології, педагогіки та психології Черкаського державного технологічного університету.

Мислюк О. О. Геологія з основами геоморфології : навч. посіб. / М65 О. О. Мислюк, О. М. Хоменко ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ФОП Гордієнко Є.І., 2018. – 163 с.

Матеріал навчального посібника систематизований відповідно до навчальної програми і містить теоретичний матеріал з дисципліни «Геологія з основами геоморфології». Наведено основні відомості про Землю, її розміри, форму, будову і внутрішній стан, будову та склад земної кори, основи історичної геології. Детально висвітлені питання мінералогії і петрографії. Всебічно описано геологічні процеси на поверхні Землі та в її надрах, їх роль у формуванні рельєфу. В окремому розділі викладені основи геоморфології. Для кращого засвоєння матеріалу після кожного розділу наводяться питання для самоконтролю знань студентів.

Видання розраховане на студентів екологічних спеціальностей ВНЗ України, а також може бути корисним для широкого кола фахівців, пов'язаних зі сферою екології, охорони навколишнього середовища та природокористування.

**УДК 504:006.4(075.8)
ББК 28.088я73**

© О. О. Мислюк, О. М. Хоменко, 2018

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Загальні відомості про Землю	6
1.1 Будова Землі	6
1.2 Внутрішній стан Землі.....	7
1.3 Хімія Землі.....	10
1.4 Геосфери Землі	13
1.5 Історична геологія.....	18
<i>Питання для самоконтролю знань</i>	27
2 Мінералогія	28
2.1 Поняття про мінералогію	28
2.2 Фізичні властивості мінералів	28
2.3 Класифікація мінералів.....	33
2.4 Походження мінералів	36
<i>Питання для самоконтролю знань</i>	43
3 Петрографія	44
3.1 Поняття про петрографію.....	44
3.2 Магматичні гірські породи.....	45
3.3 Осадові гірські породи.....	49
3.4 Метаморфічні гірські породи.....	56
3.5 Гідрогеологічні властивості гірських порід	57
3.6 Ґрунтоутворюючі породи	58
3.7 Мінерально-сировинні ресурси України	64
<i>Питання для самоконтролю знань</i>	67
4 Геологічні процеси	68
4.1 Ендогенні процеси	68
4.2 Екзогенні процеси	86
<i>Питання для самоконтролю знань</i>	107
5 Основи геоморфології	108
5.1 Узагальнені характеристики рельєфу	108
5.2 Формування рельєфу	109
5.3 Форми і типи рельєфу.....	111
5.4 Класифікація форм рельєфу	113
5.5 Геоморфологічна будова території України.....	120
<i>Питання для самоконтролю знань</i>	123
Глосарій	124
Література	162

ВСТУП

Геологія є однією з основних фундаментальних наук про Землю. Завдяки їй виявлені основні закономірності розвитку земної кори й органічного світу за час існування планети. Геологія вивчає ґрунтоутворні породи – їх механічний, хімічний і мінералогічний склад, поширення, умови накопичення, процеси вивітрювання, зміни в просторі та у вертикальному перетині.

Геологія виявляє родовища сировини, потрібної для промисловості, сільського господарства і оборони країни. Важливим є визначення геологічних умов при будівництві. Греблі на річках будують після ґрунтовних геологічних досліджень, які показують, чи можна закладати водосховище для гідростанції, чи не зникатиме вода через проникні верстви або тріщини в них. Є породи, що легко розчиняються; це теж треба знати при закладанні водосховищ. Прокладання автострад, залізниць, каналів, тунелів, зрошувальних систем – усе це вимагає знання геологічної будови, складу гірських порід, їх фізичних властивостей. Для спорудження систем водопостачання в містах, селах також потрібні дані геології. Зокрема треба знати умови залягання водопроникних і водонепроникних верств.

Гірські породи й рельєф – фактори ґрунтоутворення. У материнських породах закладено потенціальні багатства ґрунтів. Отже, геологія тісно пов'язана із сільськогосподарськими науками, зокрема з ґрунтознавством і агрохімією.

Завданням геології є також прогнозування і попередження небезпек, пов'язаних із природними геологічними процесами – землетрусами, виверженнями вулканів, обвалами, зсувами, селями тощо.

У сучасних умовах, коли масштаби впливу діяльності людини на природу неухильно зростають, вивчення геологічних аспектів стійкості екологічних систем різного рангу, прогнозування їх можливих змін набуває все більшого значення. У зв'язку з цим базові знання геології та геоморфології

є дуже важливою складовою підготовки фахівців із сучасної екології, охорони довкілля та оптимізації природокористування.

Предметом курсу «Геологія з основами геоморфології» є Земля, її будова, хімічний і речовинний склад, основні просторово-часові геологічні процеси, що в ній відбуваються в природних умовах, а також зміни в них, що обумовлені антропогенним впливом.

Основна мета курсу – отримання знань із загальних, найбільш важливих принципів основ геології та геоморфології, ролі геологічних та геоморфологічних факторів у формуванні й розвитку екологічних ситуацій.

Основним завданням курсу є вивчення будови Землі, її складу, походження і розвитку, зв'язку з Сонячною системою та Космосом, основних підрозділів геології, їх об'єктів дослідження.

В результаті вивчення дисципліни студенти мають знати:

- загальні відомості про походження, будову та розвиток Землі та земної кори;
- зв'язок з Сонячною системою та Космосом;
- ендегенні та екзогенні геологічні процеси;
- будову, походження і розвиток рельєфу, зв'язок рельєфу з геологічною будовою земної поверхні та іншими природними процесами;
- форми рельєфу, методи вивчення рельєфу;
- гірські породи та мінерали, їх класифікацію, властивості, корисні копалини;
- геологічні процеси та явища;
- тектонічну структуру та рельєф Землі;
- екологічний аспект геологічної діяльності людини.

Студенти повинні вміти:

- відрізнити і оцінювати роль геологічних, геоморфологічних і техногенних факторів у формуванні й розвитку екологічних ситуацій;
- користуватися геоекологічними, геологічними і геоморфологічними матеріалами і картами при виконанні комплексних екологічних оцінок природних об'єктів, узагальнень і прогнозів.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЗЕМЛЮ

1.1 Будова Землі

Уявлення людини про форму й розміри Землі змінювалися з розширенням її кругозору і розвитком науки. Стародавні індійці уявляли Землю плоскою, схожою на диск, що лежить на спинах трьох слонів, а слони стоять на черепаші. Вавилоняни зображували Землю схожою на гору, оточену морем, на яку спиралося перевернуте як чаша небо. Думку про кулястість Землі вперше висловив Піфагор (VI ст. до н.е.). Перші докази кулястості нашої планети належать Арістотелю (IV ст. до н.е.), а обчислив її розміри у II ст. до н.е. Ератосфен. На зламі XVII–XIII ст. І. Ньютон довів, що Земля – не куля, а сфероїд обертання (двовісний еліпсоїд). Причина відхилення від кулястої форми – дія відцентрової сили, яка виникає під час обертання Землі навколо своєї осі. З наближенням до екватора її дія збільшується. Через неоднорідність речовинного складу і розподілу маси Земля має сплюснення і на екваторі (тривісний еліпсоїд), що на кілька десятків метрів відрізняє її від геометричної фігури еліпсоїда обертання.

Уявлення про Землю як про еліпсоїд (або сфероїд) в принципі правильні, але насправді поверхня Землі більш складна. Найближчою до сучасної фігури Землі є фігура, яка дістала назву «геоїд», що в перекладі означає «землеподібний». Геоїд – це уявна поверхня, по відношенню до якої сили тяжіння направлені перпендикулярно в будь-якій точці Землі. В межах акваторій океанів вона збігається з поверхнею води, яка знаходиться в стані спокою. На суходолі лінія геоїда відхиляється в той або інший бік так, щоб вона залишалася перпендикулярною до напрямку вектора сили земного тяжіння. Інакше кажучи, геоїд – це вирівняна поверхня гравітаційного потенціалу, яка збігається з поверхнею води в океанах, тобто поверхнею «рівня моря» від якої ведеться відлік висотних відміток місцевості. Поверхні геоїда і сфероїда завдяки різниці в розподілі мас Землі, що спричиняє аномалії сили тяжіння, не збігаються і розходження між ними місцями становить близько 100–150 м (рисунок 1.1).

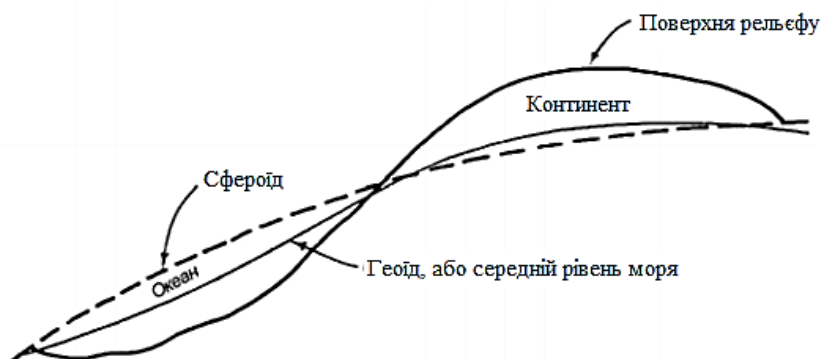


Рисунок 1.1 – Поверхня рельєфу (фізична поверхня) сфероїда та геоїда

В зв'язку з тим, що ні геоїд, ні триосьовий еліпсоїд обертання повністю не відтворюють рельєф планети Земля (найвищі гори до – 8848 м і найглибші западини – до 11022 м), вчені і надалі продовжують пошук фігури, котра якомога повніше відбивала б форму Землі.

Розміри основних елементів Землі прирівнюються до розмірів основних елементів геометрично правильної фігури рівновеликого еліпсоїда. Розміри основних елементів земного еліпсоїда становлять:

Велика піввісь	6378,2 км	Площа поверхні	
Мала піввісь	6356,8 км	земного геоїда	510млн км ²
Екваторіальний		Об'єм планети	61,1млрд м ³
Діаметр	12756,5 км	Довжина кола:	
Земна вісь	12713,7 км	по меридіану	40008,6 км
Середній радіус	6371,1 км	по екватору	40075,7 км

Земля має концентричну будову та складається з оболонок (геосфер) – внутрішніх і зовнішніх. До внутрішніх геосфер відносять ядро, мантію й літосферу. На поверхні Землі розташовані зовнішні геосфери – гідросфера, біосфера і атмосфера.

1.2 Внутрішній стан Землі

Велика частина знань про внутрішню будову Землі – це в основному наукові припущення. І тим не менше, дослідники в твердому тілі Землі в даний час виділяють кілька оболонок, що відрізняються одна від одної за складом, агрегатним станом їх речовини і іншими фізичними особливостями. Такі висновки отримані на підставі застосування спеціальних методів дослідження.

Для з'ясування внутрішнього стану Землі використовують логічні висновки і дані інструментальних досліджень. Найбільш важливі дані дає сейсмологія. Сейсмічні хвилі можуть поширюватися лише в пружних тілах і тим швидше, чим більша пружність цих тіл. Принципи сейсмічних досліджень покладені в основу глибинного сейсмічного зондування, що застосовується для вивчення внутрішньої будови Землі. В результаті вдається оцінити щільність речовини, її агрегатний стан, визначити межі основних оболонок Землі і різних неоднорідностей в них.

Швидкість поширення сейсмічних хвиль, коли вони проходять крізь Землю, кілька разів змінюється, бо Земля на різних глибинах має різну пружність. Через це й утворюються поверхні розриву. Внаслідок цього швидкість сейсмічних хвиль змінюється стрибками, і вони проходять через поверхню розриву, часом заломлюючись або відбиваючись. З глибиною швидкість поширення сейсмічних хвиль спочатку збільшується до глибини 2900 км, глибше – зменшується, а потім знову зростає до центру Землі (таблиця 1.1). Це явище пов'язане із зміною щільності і складу мінеральних мас Землі. Такий розподіл швидкості поширення сейсмічних хвиль свідчить про концентричну будову Землі.

Таблиця 1.1 – Швидкість поширення сейсмічних хвиль (за К. Бу-
лленом)

Глибина, км	Швидкість хвиль, км/с		Глибина, км	Швидкість хвиль, км/с	
	поздовжніх	поперечних		поздовжні х	поперечні их
0–60	змінюється в широких межах	змінюється в широких межах	2900–4980	8,1–10,4	не спостері- гається
			4980–5120	10,4–9,5	
60–410	7,8–9	4,4–5	5120–6370	11,2–11,3	
410–1000	9–11,4	5–6,4			
1000–2900	11,4–13,6	6,4–7,3			

Густина Землі. Завдяки дослідженням сили тяжіння стало можливим вивчити як форму Землі, так і обчислити середню її густину, яка становить $5,52 \text{ г/см}^3$. Середню густину верхньої зони земної кори обчислюють за густиною окремих мінералів і гірських порід, що складають цю зону (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 – Густина порід і мінералів

Породи	Густина, г/см^3	Мінерали	Густина г/см^3
<i>Магматичні</i>		<i>Породотворні</i>	
Граніт	2,65	Кварц	2,50-2,65
Сієніт	2,74	Ортоклаз	2,56
Діорит	2,86	Альбіт	2,62
Габро	3,00	Анортит	2,76
<i>Осадкові</i>		Лабрадор	2,69-2,72
Пісковики	2,65	Авгіт	3,19
Вапняки	2,73	Олівін	3,3-3,4
Глина	2,46	Графіт	2,1-2,3
<i>Метаморфічні</i>		Апатит	5,0-5,2
Гнейс	2,78	Магнетит.....	4,9-5,2
Мармур	2,78	Кіновар.....	8,0-8,2
		Свинцевий блиск	7,3-7,6

Проте в різних зонах кори та в інших шарах Землі густина різна: у поверхневій зоні вона менша за середню, у глибших – більша. Збільшення густини з глибиною можна частково пояснити величезним тиском, який створює товща земної кори на її центральні частини, а також тим, що в глибинах Землі залягають важчі породи. Так, густина зовнішнього ядра – $9,4-11,5$, внутрішнього – $14,5-18,0 \text{ г/см}^3$. Густина Землі змінюється і в просторі: на суші вона близька до $2,75$, в Атлантичному океані – $2,85$, у Тихому – $3,05 \text{ г/см}^3$. Це явище також пояснюється розподілом мінеральних мас: на дні океану вони важчі, ніж на суші. Розрахунки показали, що, починаючи з глибини 60 км, під континентами і під океанами на однакових глибинах густина однакова. Отже, густина свідчить про концентричну будову Землі.

Теплові особливості Землі. Теплота зумовлює всі зовнішні і внутрішні геологічні процеси, вказує на фізичні властивості Землі в цілому та фізичний стан речовини в окремих її шарах. Земля має два джерела тепла: від Сонця (99,5 %) та енергії, що звільняється в процесі розпаду радіоактивних речовин у надрах планети. Вплив двох джерел тепла обумовлює складний характер змін температури у товщах гірських порід.

У верхній частині земної кори виділяють три температурні зони: *I* – сезонних коливань, *II* – постійної температури та *III* – наростання температур (рисунок 1.2).

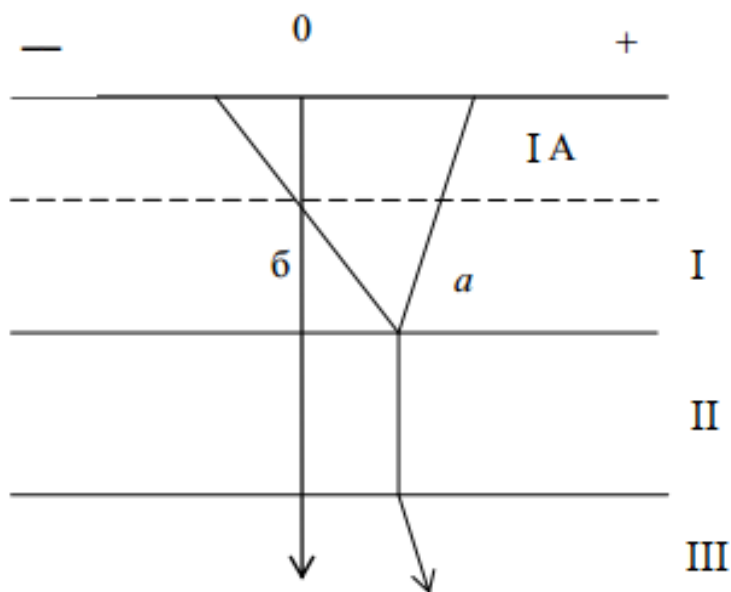


Рисунок 1.2 – Температурні зони

Зміни температур в зоні *I* визначаються кліматичними умовами місцевості. Загальна потужність зони *I* сягає 12–16 м. Добові коливання температур зникають в середньому на глибині близько 1 м. В зимовий період утворюється підзона *Ia*, де температура опускається нижче за 0°C. Глибина промерзання залежить від клімату, гірських порід та інших факторів і коливається від декількох сантиметрів до 2 м і більше. В районах з помірно теплим кліматом зона *I* характеризується тільки кривою *a*.

Але в кожному місці Землі є така глибина, де існують сталі температури протягом тривалого часу. Цю зону глибини називають поясом сталої температури. Тут температура не залежить від пори року, вона дорівнює приблизно середній річній температурі даної місцевості. В обсерваторії Парижа термометр на глибині 28 м протягом ста років показує температуру 11,8°C, у Москві протягом кількох десятків років температура на глибині 20 м дорівнює 4,2°C, у Дніпродзержинську стала температура на глибині 19,2 м, в Ісландії – на глибині 4 м, біля Архангельська – 10 м, в екваторіальних країнах – 1–2 м. Чим менша річна амплітуда температур, тим ближче до поверхні Землі пояс сталої температури. Якщо в цьому поясі температура нижча від 0°, то вода, що просочується в Землю, перетворюється на лід і виникає