

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

*Навчально-наукова серія
«Бібліотека еколога»*

В. Г. Карпов

**ГЕОЛОГІЯ З ОСНОВАМИ ГЕОМОРФОЛОГІЇ
(Сучасні геодинамічні процеси)**

Навчальний посібник для студентів
вищих навчальних закладів

Харків – 2015

УДК 551.4(075.8)
ББК 26.823я73
К26

Рецензенти:

Г. Г. Стріжельчик – к. г-м. н., директор відділення наукових досліджень, перший заступник генерального директора Українського головного науково-дослідного і виробничого інституту інженерно-технічних і екологічних вишуквань (УкрНДІПНТВ);

Е. С. Тхоржевський – к. г-м. н., доцент, в. о. завідувача кафедри геології факультету геології, географії, рекреації і туризму Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

*Затверджено до друку рішенням Вченої ради
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна
(протокол № 7 від 01 липня 2015 року)*

Науково-консультативна редакційна колегія навчально-наукової серії «Бібліотека еколога»	Д. с.-г. н. С. А. Балюк; д. е. н. С. І. Дорогунцов; д. б. н. А. М. Крайнюкова; к. іст. н. К. М. Левківський; д. г-м. н. Т. А. Сафранов;	д. ф-м. н. С. М. Степаненко; к. ф-м. н. М. Ф. Степко; Н. І. Тимошенко; д. е. н. В. Я. Шевчук.
--	---	--

Редакційна колегія навчально-наукової серії «Бібліотека еколога»	Проф. О. І. Бондарь; Л. В. Баскакова (секретар); проф. Б. М. Данилишин; проф. М. М. Кисельов; проф. М. О. Кліменко; проф. Н. А. Макаренко; проф. А. І. Панасенко;	проф. Т. А. Сафранов (відповідальний редактор); проф. С. М. Степаненко (співголова); проф. Ю. М. Соколов; доц. Г. В. Тітенко (співголова).
---	---	--

Карпов В. Г.

К26 Геологія з основами геоморфології (Сучасні геодинамічні процеси) : навчальний посібник / В. Г. Карпов. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. – 108 с.

ISBN 978-966-285-242-4

«Геологія з основами геоморфології» є нормативною дисципліною фахової підготовки бакалаврів з напрямку 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». У пропонованому посібнику розглядаються екзогенні процеси та їх роль у формуванні та перетворенні рельєфу. Схарактеризовані сучасні підходи й уявлення щодо ролі процесів зовнішньої геодинаміки у формуванні екологічних особливостей окремих територій.

**УДК 551.4(075.8)
ББК 26.823я73**

ISBN 978-966-285-242-4

© Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2015
© Карпов В. Г., 2015
© Дончик І. М., макет обкладинки, 2015

ЗМІСТ

Вступ	5
Розділ 1. Вивітрювання – процеси перетворення рельєфу	8
1.1. Фізичне вивітрювання	8
1.2. Хімічне вивітрювання	9
1.3. Біологічне вивітрювання	10
1.4. Кори вивітрювання	10
1.5. Ґрунти та їх властивості	11
Розділ 2. Схили та схиліві процеси	13
2.1. Поняття та класифікація схилів	13
2.2. Розвиток схилів. Поняття про пенеплени, педиплени, поверхні вирівнювання	16
Розділ 3. Флювіальні процеси і форми рельєфу	18
3.1. Робота водотоків. Базис ерозії	18
3.2. Енергія потоку і відклади	20
3.3. Площинний змив	21
3.4. Тимчасові водні потоки	22
Розділ 4. Робота річок	27
4.1. Русло. Профіль рівноваги. Ерозійні процеси. Відклади	27
4.2. Звивини (меандри) русла. Класифікація	29
4.3. Заплава. Формування, будова та рельєф	31
Розділ 5. Річкові тераси. Формування. Будова. Відклади	35
Розділ 6. Річкові долини	38
6.1. Морфологічні та генетичні типи річкових долин	38
6.2. Річкова (долинна) мережа. Річкові басейни	40
Розділ 7. Ерозійний та ерозійно-денудаційний рельєф	42
Розділ 8. Вітрова діяльність і рельєфоутворення	45
8.1. Робота вітру та пов'язані з нею відклади	45
8.2. Форми еолового рельєфу	46

Розділ 9. Гляціальні процеси і форми рельєфу	49
9.1. Діяльність льодовиків	49
9.2. Багаторічна мерзлота і рельєфоутворення	52
Розділ 10. Роль океанів і морів у рельєфоутворенні й осадконакопиченні	56
10.1. Берегові морські процеси і форми рельєфоутворення	57
10.2. Осадконакопичення та типи морських осадків	59
Розділ 11. Озера та болота і їх роль у рельєфоутворенні та осадконакопиченні	60
11.1. Озера	60
11.2. Болота	62
11.3. Гідрологічне та господарське значення боліт	63
Розділ 12. Роль підземних вод у рельєфоутворенні	65
12.1. Карстові процеси і форми рельєфу	65
12.2. Суфозія і форми рельєфу	67
12.3. Гравітаційні процеси	67
Висновки	71
Література	72
Додатки	74

ВСТУП

Метою вивчення «Геології з основами геоморфології», а саме її другої частини, що розглядає екзогенні геологічні процеси, або процеси рельєфоутворення, є отримання студентами-бакалаврами спеціальності «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» знань із формування та розвитку сучасного рельєфу, ролі в цьому процесі геологічної будови та тектонічної структури. Ці знання повинні допомогти зрозуміти причини та способи впливу рельєфу на формування екологічного стану навколишнього середовища та пізнання геоекологічних основ середовища життєдіяльності.

Поверхня Землі – це складний рельєф, в основі утворення і розвитку якого лежать, перш за все, ендегенні процеси. Але форми мікро- і мезорельєфу в більшості своїй є результатом діяльності екзогенних сил.

Причому важливість пізнання закономірностей формування рельєфу пов'язана з тим, що життя і повсякденна діяльність людини відбувається переважно на фоні тих форм рельєфу, які утворились і розвиваються як екзогенні, тобто такі, в основі яких лежать зовнішні сили і процеси.

У результаті діяльності екзогенних процесів формується так званий *морфоскульптурний рельєф*, тобто такий, що виникає переважно в результаті переміщення речовини на поверхні Землі під дією екзогенних агентів.

Залежно від направленості дії цих агентів розрізняють морфоскульптурні денудаційні (лат. *denudatio* – оголення) та акумулятивні (лат. *accumulatio* – накопичення) форми рельєфу.

У формуванні екзогенного рельєфу значну роль відіграють кліматичні фактори як такі, що направляють діяльність тих чи інших екзогенних агентів. Тобто сам по собі екзогенний рельєф може нести інформацію про умови свого утворення.

Екзогенні процеси рельєфоутворення відбуваються зі значними швидкостями. Як приклад можна навести лінійну ерозію (лат. *erosion* – роз'їдати), що виникає в результаті діяльності тимчасових водотоків і проявляється у вигляді значного збільшення росту (довжини) та глибини ярів за короткий час. У результаті швидкого танення снігу або інтенсивного випадіння дощу яри ростуть на декілька десятків сантиметрів, а іноді і декілька метрів за рік. Причому на перетворення рельєфу все більший вплив має господарська діяльність людини, і від її направленості значною мірою залежить інтенсивність і напрям переміщення разом з речовиною і забруднення.

Рельєф (фр. relief, від лат. relevo – піднімаю) – це сукупність нерівностей поверхні Землі (суходолу, дна океанів і морів), що мають різноманітні обриси (морфологію), розміри, походження, будову, вік та історію розвитку.

При вивченні рельєфу як об'єкта геоморфології необхідно зважати не тільки на те, що земна поверхня, яка знаходиться на межі контакту літосфери, атмосфери і гідросфери, а і на те, що він утворюється і розвивається під впливом ендо- і екзогенних чинників, має складну і неоднакову історію розвитку і різноманітні сучасні геодинамічні процеси, які його перетворюють та змінюють.

Виходячи з визначення рельєфу як предмета вивчення геоморфології, як матеріального тіла, що знаходить реальне відбиття у зовнішньому вигляді Землі, його основними властивостями є морфологія, походження, вік та динаміка.

Морфологія (грецьк. morphe – вигляд, форма; logia – слово, вчення) рельєфу – це його класифікація за морфографічними ознаками, якими є: характерні форми межиріч та схилів, замкнутість або відкритість, лінійність чи ізометричність і т. ін. Важлива роль при дослідженні рельєфу належить і морфометричним показникам, серед яких вертикальна та горизонтальна розчленованість, кути нахилу схилів і т. ін.

Генезис (грецьк. genesis – походження, виникнення) рельєфу – це один із показників виникнення і розвитку в часі і просторі нерівностей земної поверхні.

Морфографічні і морфометричні показники рельєфу певною мірою залежать від того, які причини лежать у основі їх утворення. Такими причинами можуть бути ендогенні (внутрішні), екзогенні (зовнішні) та діяльність людини.

Вік рельєфу, уявлення про вік рельєфу формувались і накопичувались завдяки даним історичної геології, палеонтології, палеогеографії і ін.

У зв'язку з тим, що до предмета вивчення цих наук входить і пізнання давнього рельєфу, це дає змогу отримати інформацію щодо віку окремих нерівностей земної поверхні, встановити особливості розвитку природи минулих геологічних епох, з'ясувати деякі закономірності формування і накопичення корисних копалин.

Динаміка рельєфу – це його зміни, що відбуваються під впливом рельєфоутворюючих чинників упродовж усього часу існування земної поверхні. До характеристик динаміки рельєфоутворюючих процесів належать «...ритмічність, пульсаційність, екстремальність, періодичність, постійність, раптовість, циклічність» [6].

Рельєфоутворюючі процеси – це процеси, що формують нерівності земної поверхні, які доступні для безпосереднього спостереження і картографування. Інтенсивність процесів можна оцінити (достовірно чи умовно) за візуальними, інструментальними, аерокосмічними, картографічними й історичними даними.

До *екзогенних процесів* належать: флювіальні (ерозія й акумуляція), морські й озерні процеси, або процеси на берегах (абразія й акумуляція), гляціальні (екзарація й акумуляція), кріогенні (руйнування й акумуляція), карстові (вилугування й акумуляція), еолові (коразія, дефляція та акумуляція), біогенні (руйнування й акумуляція), процеси на схилах (знесення та акумуляція).

Спільною ознакою всіх екзогенних процесів є тричленна структура їхнього механізму: вони послідовно здійснюють руйнування земної поверхні, транспортування зруйнованих мінеральних мас різними агентами та нагромадження (акумуляцію) відкладів. При цьому кожна стадія перебігу екзогенних процесів зазвичай відображена в існуючих на земній поверхні специфічних формах її рельєфу – морфоскульптурах [6].

Текстова частина посібника багато ілюстрована рисунками, графіками як власними, так і цінними й оригінальними матеріалами, запозиченими в навчальних та навчально-методичних виданнях О. М. Адаменка, І. П. Ковальчука, О. К. Леонтьєва, Г. І. Ричагова, Г. І. Рудька, В. В. Стецюка та з інтернет-ресурсів.

Розділ 1. ВИВІТРЮВАННЯ – ПРОЦЕСИ ПЕРЕТВОРЕННЯ РЕЛЬЄФУ

Головним у діяльності екзогенних агентів є сам рельєф, тобто його різновисотні гіпсометричні (грецьк. *hipsos* – висота, *metreo* – вимірювати) рівні, між якими і виникає переміщення речовини з більш високих поверхонь на нижчі за безпосередньої участі сили тяжіння (обвали, зсуви і т. ін.) або опосередковано через діяльність води, вітру.

Тобто кожен процес, що бере участь у переміщенні речовини літосфери Землі, повинен починатися за умови дезінтеграції (руйнування) чи хімічного перетворення гірських порід. Сукупність цих процесів за безпосередньої участі атмосфери, води і живих організмів називається *вивітрюванням*.

Залежно від факторів, що діють на гірські породи, та результатів цієї дії вивітрювання можна умовно поділити на *фізичне* та *хімічне*. Вони майже завжди тісно пов'язані одне з одним, діють сумісно і різниця може бути лише в інтенсивності прояву одного з них, яка в різних місцях є неоднаковою.

Іноді виділяють ще один тип вивітрювання – *органогенне* (біологічне), що пов'язане з дією на гірські породи живих організмів. Але цей процес можна завжди звести до процесів фізичної або хімічної їх дії, тобто до фізичного чи хімічного вивітрювання.

1.1. Фізичне вивітрювання

Фізичне вивітрювання – це розпад гірських порід на уламки без якихось хімічних їх перетворень. Залежно від дії головного фактора, що приводить до руйнування гірських порід, фізичне вивітрювання поділяється на *температурне* та *механічне*.

Температурне вивітрювання відбувається за безпосереднього впливу температури на гірські породи і проходить без участі механічної дії на них.

Склад гірської породи, її тріщинуватість, колір суттєво впливають на інтенсивність температурного вивітрювання. Велике значення для інтенсивності цього процесу мають різкі коливання температури, особливо добові. І тому найбільш інтенсивно воно протікає у районах із значними контрастами температур, сухістю повітря, недостатнім розвитком або повною відсутністю рослинного покриву. Областями прояву температурного вивітрювання є, перш за все, пустелі та круті схили високих гір.

Механічне вивітрювання проходить під дією таких процесів, як замерзання води в тріщинах та порах, кристалізації солей під час випаровування води, тобто воно тісно взаємопов'язане з температурним вивітрюванням.

Найбільш інтенсивно руйнує гірські породи вода. Під час замерзання води в тріщинах у результаті великого тиску на стінки тріщин і шпарин гірська порода розтріскується і розсипається на уламки. Це явище називають також *морозним вивітрюванням*. Воно притаманне переважно полярним та високогірним областям.

Проявом механічного вивітрювання є також і дія солей, що кристалізуються в шпаринах та тріщинах гірських порід, в умовах спекотного і сухого клімату. Волога, що знаходиться в капілярах гірських порід, під дією сонячного тепла випаровується, солі залишаються в капілярах, кристалізуються, збільшуючись в об'ємі. Це приводить до руйнування капілярів і самої гірської породи. Руйнуються гірські породи також під час намокання та висихання і за фізичної дії на них живих організмів (коріння рослин, тварини, що риють землю і т. ін.).

1.2. Хімічне вивітрювання

Хімічне вивітрювання є результатом взаємодії гірських порід літосфери з хімічно активними елементами атмосфери, гідросфери та біосфери.

Сутність хімічного вивітрювання полягає в докорінній зміні мінералів та гірських порід під дією найбільш хімічно активних кисню, вуглекислого газу, води, органічних кислот на гірські породи, що приводить до утворення нових мінералів та гірських порід. Зміна та перетворення гірських порід та мінералів відбувається в результаті *розчинення, окислення, гідратації, відновлення, карбонатизації та гідролізу*.

Розчинення відіграє у хімічному вивітрюванні чи не найважливішу роль, тому що воно пов'язане з дією води, в якій розчинені іони натрію, калію, магнію, кальцію та інших елементів і сполук.

Окислення – це взаємодія гірських порід із киснем і утворення оксидів та гідрооксидів за присутності води. Цей процес інтенсивно протікає у закисних сполуках заліза, марганцю, нікелю, сірки та інших елементів, що досить легко сполучаються з киснем.

Відновлення відбувається за умов відсутності хімічно зв'язного кисню, коли активним відновником є органічна речовина, яка утворюється в результаті відмирання болотної рослинності. Для цього необхідні анаеробні умови, коли відновлювальні процеси перетворюють породи з оксидом заліза бурого, жовтого і червонуватого кольору в сірі та зелені. Під торфом іноді утворюється сіро-зелена глиниста маса, яку називають *глеєм*.

Гідроліз – це досить складний процес, що особливо інтенсивно протікає за участі мінералів групи силікатів та алюмосилікатів. Важливою умовою цього процесу є наявність води.

Карбонатизація – це реакція іонів карбонату і бікарбонату з мінералами, що приводить до утворення карбонатів кальцію, заліза, магнію й ін. Більша частина відомих нам карбонатів добре розчиняється в воді і виноситься поза межі зони вивітрювання. У цьому випадку ґрунтові води стають жорсткими.

Гідратація – це процес приєднання води до мінералів. Найбільш яскравий приклад цього процесу – перехід ангідриту в гіпс. Цікаво, що об'єм породи під час гідратації значно збільшується, а це може приводити до деформацій відкладів. Найбільш інтенсивно хімічне вивітрювання протікає в областях з вологим і теплим кліматом, з добре розвинутим рослинним покривом.

У результаті хімічного вивітрювання утворюються розчинні тонкодисперсні продукти вивітрювання, які мають підвищену міграційну здатність. Таким чином, хімічне вивітрювання є одним із головних природних джерел потрапляння забруднень у навколишнє природне середовище.

1.3. Біологічне вивітрювання

На поверхні гірських порід знаходиться велика кількість мікроорганізмів, представлених більш за все водоростями, мохами, лишайниками. Вони розчиняють і руйнують гірську породу, утворюють у ній заглиблення, ямки, в яких накопичується біомаса з залишків цих організмів. Ці організми, тобто біота, для своєї життєдіяльності використовують К, Са, Na, Mg, Fe, Si та інші хімічні елементи, а в геологічне середовище вони повертають нові елементи. Таким чином відбувається кругообіг речовини, який обумовлений біологічними процесами. Навіть у процесах хімічного вивітрювання біота відіграє велику роль, утворюючи кисень під час фотосинтезу, та вуглекислий газ при розкладанні та відмиранні речовини, що приводить до утворення агресивних кислот, які підсилюють перетворення мінералів.

Мікроорганізми готують субстрат для заселення порід лишайниками і мохами, руйнують алюмосилікати, утворюючи вільні гідрати глинозему. Бактерії засвоюють із ґрунту азот, а з карбонатів осадових порід – водень. Таким чином у результаті діяльності мікроорганізмів гірська порода збагачується поживними елементами – азотом, фосфором, калієм, сіркою і перетворюється в родючий ґрунт [3].

1.4. Кори вивітрювання

У процесі фізичного, хімічного та біологічного вивітрювання виникають дві групи продуктів вивітрювання: рухливі, які переносяться на деяку відстань від місця їх утворення, та залишкові, які залишаються на місці.

Залишкові продукти вивітрювання утворюють один із важливих генетичних типів континентальних відкладів – *елювій*. Процеси формування елювію відбуваються в межах вирівняного слабо розчленованого зрілого рельєфу. Сукупність залишкових продуктів вивітрювання в верхній частині літосфери називається *корою вивітрювання*.

Формування кори вивітрювання, відклади, що її утворюють, їх потужність змінюються залежно від зональності кліматичних умов [1], інтенсивності вертикальних тектонічних рухів та ін.

Існують кори вивітрювання, що розрізняються за часом утворення та будовою. Більшість дослідників виділяють такі типи кори вивітрювання:

- *уламкова*, що складена хімічно неперетвореними або слабо перетвореними уламками висхідної породи;
- *гідрослюдиста*, що характеризується слабо зміненими корінними породами і появою глинистих мінералів – *гідрослюд*;
- *монтморилонітова* відзначається глибокими хімічними перетвореннями первинних мінералів, головним серед яких є глинистий мінерал *монтморилоніт*;
 - *каолінітова*;
 - *червоноземна*;
 - *латеритна*.

З давніми корама пов'язані такі корисні копалини, як боксити, опали, магнезити, залізні, нікелеві та кобальтові руди, кольорові метали та ін. Іноді в давніх корах вивітрювання метали накопичуються в значно більшій кількості, ніж у корінній породі, і мають промислове значення.

1.5. Ґрунти та їх властивості

Майже всю поверхню суші займає специфічне природне утворення – *ґрунти*, в яких активно протікають енергетичні та геохімічні процеси і проявляється взаємодія між гірськими породами, атмосферою, гідросферою та живими організмами. Свого часу ще В. В. Докучаєв вважав, що ґрунти – це самостійне природне тіло, що утворилося з ґрунтоутворюючих гірських порід, рослинності, тварин, клімату та рельєфу. Гірські породи (а в такому випадку – це кора вивітрювання), на яких формуються ґрунти, мають велике значення для їх мінерального та хімічного складу, а живі організми обумовлюють формування в ньому органічної речовини – *гумусу* (лат. *humus* – земля, ґрунт). Академік В. І. Вернадський ґрунти назвав біокосним тілом, маючи на увазі, що в його утворенні брали участь живі організми та гірські породи.

Усі ґрунти мають своєрідну будову, яка полягає в наявності горизонтальних шарів – генетичних горизонтів:

A – поверхневий гумусово-акумулятивний, тобто горизонт накопичення органічної речовини;

E – елювіальний, або горизонт вимивання;

B – ілювіальний, горизонт вмивання, тобто накопичення речовини, що вимивається з горизонту *E*;

G – глеєвий горизонт;

D – ґрунтоутворюючі і підстилаючі гірські породи.

Питання для самоперевірки

1. Що таке вивітрювання?
2. Назвати типи вивітрювання.
3. Які фактори впливають на руйнування гірських порід?
4. Яка роль води у руйнуванні гірських порід?
5. У чому полягає роль солей при вивітрюванні?
6. У чому полягає сутність хімічного вивітрювання?
7. Назвати процеси, що сприяють хімічному вивітрюванню.
8. Роль біоти у процесах вивітрювання.
9. Що таке кора вивітрювання?
10. Що таке ґрунти та їх будова?