

Екзогенні і ендогенні процеси

Лекція 1.

Вступ

Література (мінімум):

1. Динамічна геоморфологія. Під. ред. Сіренко І.М. Львів, Видавництво ЛНУ, 2003
2. Динамическая геоморфология под. ред. Ананьева Г.С., Симонова Ю.Г., Спиридонова А.И. – М.: Изд-во МГУ 1992
3. Палеогеоморфологія під. Ред. Сіренко І, Іваник М. Львів, Видавництво ЛНУ, 2012

Література (оптимум)

Українсько і російськомовна:

- Ананьев Г. С. Динамическая геоморфология. Формирование вершинных поверхностей. М., 1976.
- Аристархова Л. Б. Процессы аридного рельефообразования. М., 1971.
- Башенина Н. В. Формирование рельефа земной поверхности. — М.: Высшая школа, 1967.
- Воскресенский С. С. Динамическая геоморфология. Формирование склонов. М., 1971.
- Гвоздецкий Н. А. Карст. Природа мира.—М.: Мысль, 1981.
- Дэвис В. М. Геоморфологические очерки. ИЛ. 1962
- Динамическая геоморфология /Под ред. Г.С.Ананьева, Ю. Г. Симонова, А.И. Спиридонова, - М.: Изд-во МГУ, 1992
- Зенкович В. П. Основы учения о развитии морских берегов.—М.: Изд-во АН СССР, 1962.
- Ковальчук І.П. Флювіальна геоморфологія. Текст лекцій. –Львів.: вид-во ЛДУ 1992
- Леонтьев О. К. Морская геология (основы геологии и геоморфологии дна .Мирового океана).—М.: Высшая школа, 1982.
- Леонтьев О.К., Никифоров Л. Г., Сафьянов Г.А. Геоморфология морских берегов. М., 1975.
- Леонтьев О.К., Рычагов Общая геоморфология. – М.: Высшая школа, 1988
- Лютцау С. В. Основы геоморфологии. — М.: Изд-во МГУ, ч. I, 1971, ч. II, 1978.
- Маккавеев Н. Н. Сток и русловые процессы.—М.: Изд-во МГУ, 1971.
- Чалов Р.С. Русловые процессы. М., 1986.
- Панов Д.Г. Общая геоморфология. М.:Изд-во Высшая школа, 1966
- П е н к В. Морфологический анализ. М., 1961.
- Петров М.П. Пустыни Земного шара. Л., 1973.
- Пиотровский В. В. Геоморфология с основами геологии. М., 1961
- Попов А.И., Розенбаум Г.Э., Т у м е л ь . Н.В. Криолитология. М., 1985..
- Попов А. И., Тушинский Г. К. Мерзлотоведение и гляциология. М., 1973
- Раис Р.Л. Основы геоморфологии. М., 1980.
- Суходоровский В. Л. Экзогенное рельефообразование в криолито-зоне. М., 1979.
- Тушинский Г. К. Основы общей и региональной гляциологии. — М.: Изд-во МГУ, 1971. Т. 2.
- Федорович Б. А. Динамика и закономерности рельефообразования пустынь. М., 1983..
- Шанцер Б. В. Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований. М., 1966.
- Щукин И. С. Общая геоморфология, В 3-х т. Т. 1—3. М., Изд-во Моск. ун-та, 1960, 1964, 1974.
- Якушева А. Ф. Геология с элементами геоморфологии.—М.: Изд-во МГУ,. 1978, 1983.

Література (оптимум)

- **Англомовна:**
- Allen Philip. Earth Surfach processes. Blackwell Science Limited , Oxford 1977
- Embleton C., Thornes J., Process in Geomorphology. – Edward Arnold Ltd., London. 1979.
- Gilbert G.K. Land sculpture, U. S. Geographical and Geological Survey of the Rocky Mountains Region, 1880.
- The Dynamic Earth an introduction to physical geology / Brian J. Skinner., Stephen C. Porter, John Wiley& Sons, Inc., New York,1992.
- Charles C. Plummer , David McGeary Physical geology., Printed in the USA by Wm C.Brown Comminications, Inc., 1993
- **Польськомовна:**
- Geomorfologia dynamiczna /Praca zbiorowa pod red. C. Embletona i J. Thornesa, Warszawa.: PWN, 1985
- Klimaszewski M., Geomorfologia., Warszawa.: PWN, 1985
- Mizerski W., Geologia dynamiczna dla geografów., Warszawa.: PWN, 2000
- Mycielska-Dowgiałło E., Korotaj-Kokoszyńska M., Smolińska E., Geomorfologia dynamiczna z elementami stosowanej . Warszawa, 1999

Предмети, які вивчають екзогенні і ендогенні процеси:

- Динамічна геоморфологія
- Палеодинаміка рельєфу
- Катастрофічні процеси

Динамічна геоморфологія

- *"...напрямок в геоморфології, який займається кількісним аналізом морфогенетичних процесів" [Щукін, 1974],*
- *"...розділ геоморфології, який вивчає морфолітодинаміку, морфопетродинаміку, морфотектоніку" [Сімонов, 1992],*
- *"...наука, яка вивчає процеси зміни земної поверхні"[Сімонов, 1992]*

Центральні поняття ДГ

Динамічна геоморфологія вивчає

- процеси розвитку рельєфу
- механізми цих процесів з метою їх використання для палеогеографічних реконструкцій і прогнозів, а тому центральні поняття це :

рельєф, **механізм**, **процес**

Що таке рельєф?

- Рельєф – сукупність нерівностей земної поверхні, це **ПОВЕРХНЯ ЛІТОСФЕРИ**, це межа між літосферою, гідросферою і атмосферою, це поверхня поділу речовин, які знаходяться в трьох фазах: твердій, рідкій, газоподібній
- В результаті наявності цих трьох станів на межі трьох названих поверхонь **ВІДБУВАЄТЬСЯ ЗМІНА РЕЛЬЄФУ**.
- Одночасно відбувається утворення пухких відкладів, **ПЕРЕМІЩЕННЯ ЯКИХ ПО ДЕННІЙ ПОВЕРХНІ – СУТЬ ЕКЗОГЕННОГО РЕЛЬЄФОТВОРЕННЯ**

***Вивчати екзогенні і ендогенні процеси
можна лише маючи серйозну базу з усіх
розділів класичної механіки***

Поняття динаміки

*Класична механіка = **кінематика** (рух тіл з геометричної точки зору незалежно від фізичних причин, які викликають рух)*

+

***статика** (умови рівноваги тіл під дією сил, або стан спокою)*

+

***динаміку** (вивчає рух тіл в залежності від діючих на них сил, тобто причини руху)*

МОРФОЛІТОДИНАМІКА

- “розділ геоморфології, який вивчає **морфолітодинаміку**, морфопетродинаміку, морфотектоніку”

Морфолітогенез

складний процес одночасного утворення екзогенних форм рельєфу і пухких відкладів

Літодинаміка

Процес переміщення речовини в ході процесів екзогенного рельєфотворення

МОРФОПЕТРОДИНАМІКА

- Є форми рельєфу, утворення яких пов'язано з ендогенними процесами (ущільненням і розущільненням порід) в земній корі або мантії
- З одного боку утворення форм рельєфу, з другого перетворення гірських порід (метаморфізм, формування магматичних порід) – це і є **морфопетрогенез**

МОРФОТЕКТОНІКА

- Переміщення денної поверхні під впливом внутрішніх сил – тектонічні переміщення (супроводжуються зміною структури гірських порід, їх деформацією, появою тріщин.
- Спільна зміна рельєфу і структури, включаючи тріщиноутворення - морфотектоніка

Чим відрізняється палеогеоморфологія (палеодинаміка, історична геоморфологія) від динамічної геоморфології ?

- походження рельєфу – історія розвитку рельєфу - сучасне рельєфотворення
- Центральний аспект :
- **процес рельєфотворення**

Чим відрізняється палеогеоморфологія (палеодинаміка, історична геоморфологія) від динамічної геоморфології ?

- **Динамічна геоморфологія**
- Визначає основні правила, закони, тенденції розвитку рельєфу
- **Палеогеоморфологія**
- Вивчає процес історії становлення рельєфу, використовуючи для цього правила і закони динамічної геоморфології

Якщо **рельєф** як **об'єкт дослідження** - єдиний і спільний для всіх напрямків і галузей геоморфології, то **предмет пізнання** – різний
Предметом нашого дослідження є :

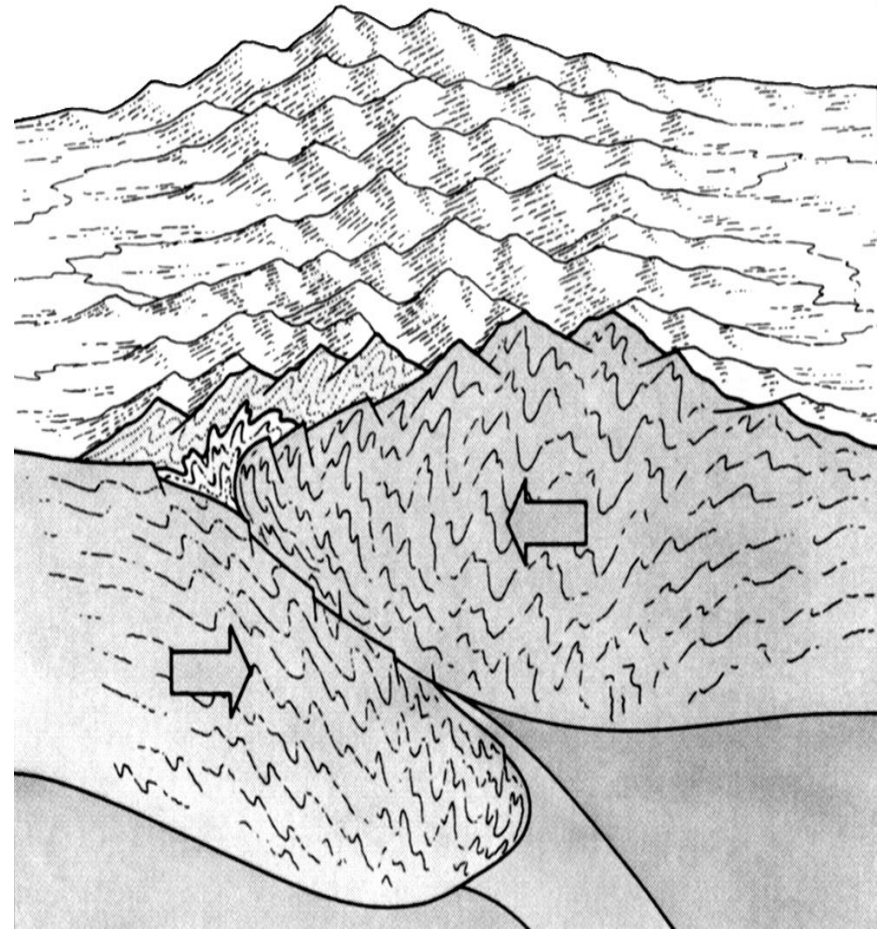
- :
 - а) **динаміка рельєфу**;
 - б) **рельєфотворчі процеси**, які визначають цю динаміку;
 - в) **фактори**, які обумовлюють вищезгадану динаміку.
-
- Таким чином визначними є:
 - **Геоморфологічні фактори** (вітер, вода, лід, тощо)
 - **Процеси**, обумовлені цими факторами
 - Їх генетичне визначення (fl, eol, fl-gl тощо)
 - визначення динаміки процесу й часу його тривання

Рельєф земної поверхні – результат переміщення речовини

- Причина ендогенних рухів:
 - гравітаційна нестійкість речовини в середині Землі (радіоактивний розпад, віддача нагромадженого тепла, вплив обертання Землі довкола Сонця, довкола своєї осі, денудація і акумуляція – явище ізоостазії і гляціоізоостазії, тощо)
- Причина екзогенних рухів:
 - гравітаційна нестійкість мас на земній поверхні, яка визначається наявністю на ній рельєфу.
 - (90% поверхні землі – схили)

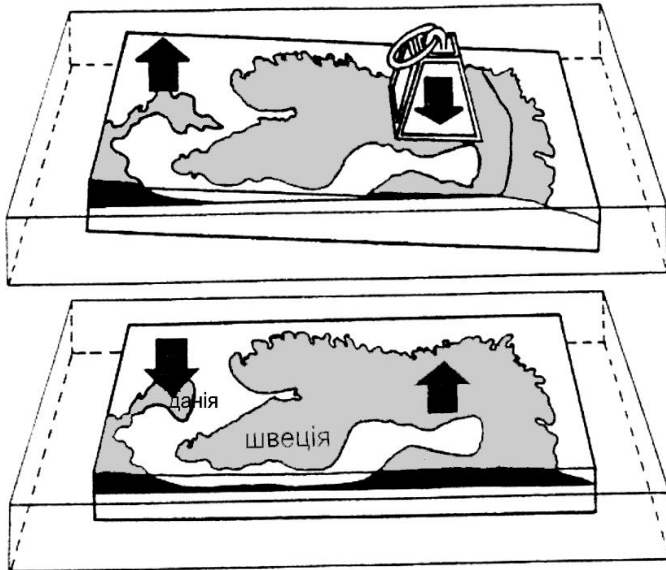
Ізостазія

- Ізостатична [з гр. *isos* – рівний, *statis* - стан] зміна положення гіпсометричного рівня окремих ділянок суші і моря відбувається внаслідок денудації суші, завдяки чому зменшується навантаження на одиницю площі в її межах
- В таких районах, як Гімалаї інтенсивна ерозія і денудація призводять до ізостатичного підняття, амплітуда якого накладається на амплітуду підняття гірської системи внаслідок тектонічних рухів – тому і відбувається таке значне підняття



Приклади ізостатичного підняття суші після відступання льодовика

- Гляціоізостатичні рухи [з лат. *glacies* – лід; з гр. *isos* – рівний, *statis* – положення, рівновага] – місцеве і тимчасове прогинання земної кори на якій “спочиває” льодовик, та її наступне підняття після дегляціації льодовика – це ще один результат зледеніння (зміни клімату).



Район	мм\на рік
Центральна Швеція	3-4
Ботнічна затока	9
Пд-сх частина затоки Гудзона	13
Північне узбережжя Великих Озер	5

Основні джерела енергії геоморфологічних процесів

- Сонячне випромінювання**
- Геотермічна енергія**
- Гравітація**

Сонячна енергія. Сонце – найпотужніше джерело енергії, з якою ми маємо справу на земній кулі.

Вид енергії	Величина в Дж\ на рік
Сонячна енергія	10^{25}
Геотермічна енергія	10^{21}
Вулканічна активність	10^{18}
Енергія хвиль, внаслідок землетрусів	10^{18}

Сонячне випромінювання – основне джерело енергії для всіх кліматичних і гідрологічних процесів

- Зміни кількості і якості сонячної енергії, яка досягала поверхні Землі протягом її геологічної історії були однією з основних причин кліматичних змін, в тому числі - епох зледеніння.
- Кількість води, яку сонячна енергія приводить в рух - величезна за своїм об'ємом і за геоморфологічною силою. Але для геоморфолога найважливішим є рух поверхневих вод (включаючи льодовики).
- Кількість опадів, які потрапляють до льодовикових і річкових систем, зменшується зі збільшенням висоти території над рівнем моря, а повернення води в океани за посередництвом цих систем відбувається внаслідок сили гравітації. При цьому інтенсивно відбуваються процеси ерозії і перенесення матеріалу

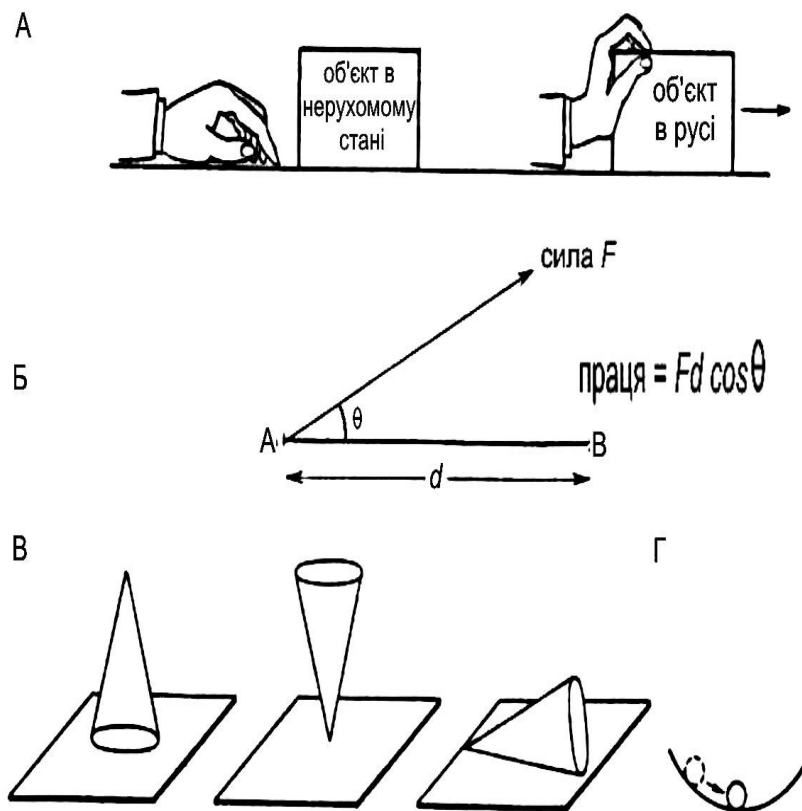
Гравітаційна енергія. Поняття “гравітація” в загальноприйнятому значенні цього слова поєднує в собі: силу взаємного притягання Землі (G); відцентрову силу, викликану обертанням Землі ; сили притягання інших космічних тіл, особливо Сонця і Місяця

- Внаслідок гравітації, кожне тіло на поверхні Землі має потенціальну енергію (E_p), пропорційну масі і положенню
- гравітація виступає рушійною силою усіх процесів, які відбуваються на схилах; руху льодовиків; сходження лавин, селів тощо. Неабияку роль гравітація відіграє і в руслових процесах. Завдяки гравітації вода в ріках переміщується від їх витoku до гирла, а потенціальна енергія водотоків в процесі їх руху переходить в кінетичну енергію, яка перетворюється в тепло внаслідок турбулентного тертя, тертя об дно і береги русла

Геотермічна енергія

- Тепло вивільняється внаслідок радіоактивного розпаду найважливіших ізотопів ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , ^{40}K , яких в надрах Землі відносно багато, а період напіврозпаду яких можна порівняти з віком Землі
- В центрі землі знаходиться ядро з розплавленого заліза і нікелю, або підтримуюча постійну ядерну реакцію, суміш урану й плутонію
- Крім радіоактивного, до геотермічних джерел тепла відносяться: тепло, що вивільнилось внаслідок розширення Землі, що мало місце після зіткнення нашої планети з іншими космічними тілами, у процесі її формування, та внаслідок переходу частини енергії руху обертання Землі в тепло.

- Геоморфологічний процес відбувається завжди, коли виконується праця, назвімо її геоморфологічною працею.
- **Виконана праця = сила (F) x відстань (d).**



Наука, в основу якої покладено закони фізики і хімії

- Якщо об'єкт може “працювати” - він має енергію. Так наприклад, ріка в руслі “працює”, переносячи дном гальку. В цій ситуації маємо справу з кінетичною енергією. Галька “опирається” перенесенню її водою - це теж праця, на яку витрачається кінетична енергія гальки, яку можна розрахувати як добуток маси (m) на $1/2$ швидкості до квадрату (v)

$$E = m \times 1/2v^2$$

Наука, в основу якої покладено закони фізики і хімії

$$E = mgh,$$

- Праця виконується і тоді, коли тіло (об'єкт) піднімається над якимось рівнем, а отримана таким чином потенціальна енергія вивільняється в часі спадання, або сковзання по похилій площині (скажімо, по схилу): де E – потенційна енергія m - маса об'єкта, g – прискорення внаслідок сили тяжіння, h – висота н. р. м.

**E (енергія схилового
рельсфотворення) =**

$$9,68 \times 10^{16} \text{ кг} \times 9,8 \text{ м/с}^2 \times 9 \times 10^{-6} \text{ м} = 2.4 \times 10^{12} \text{ Дж}$$

**$9,68 \times 10^{16}$ кг – це маса речовини яка
вноситься з усіх схилів,
підрахована емпірично**

**9×10^{-6} м - емпірично визначено, що
в середньому ця маса
переноситься на висоту 0,009
мм/рік**

Енергія рельєфотворення

- Якщо за такими ж формулами ми визначимо енергію флювіального рельєфотворення, то виявиться що воно в 30 тис. раз більше енергії схилового рельєфотворення

$$E = mgh,$$

Е флювіального рельєфотворення

$$20 \times 10^{12} \text{ кг} \times 9,8 \text{ м/с}^2 \times 440 \text{ м} = 8.6 \times 10^{16} \text{ Дж}$$

- Бралась середня висота континентів 875м, але враховувалось що не вся маса речовини твердого стоку утворюється на середніх висотах, тому взято половину – 440м
- Енергія еолового виносу = 2,0 млрд. т
- Енергія льодовикового виносу = 1,5 млрд. т Це 10% від схилового і флювіального

- Е потенційна екзогенного рельєфотворення

$$2,3 \times 10^{21} \text{ кг} \times 9,8 \text{ м/с}^2 \times 300 \text{ м} = 6.8 \times 10^{24} \text{ Дж}$$

- $2,3 \times 10^{21}$ кг – маса речовини, яка розташована на материках вище рівня гранично можливої денудації
- 300 м - при даних запасах води в океані денудація може знизити сушу до висоти не більше 300 м

ЯКИЙ З ЦЬОГО ВИСНОВОК ?

- Якщо врахувати річну витрату енергії екзогенного рельєфотворення на рівні 6.8×10^{24} Дж , то при відсутності ендогенного відновлення рельєфу суші її запасів вистарчило б лише на 1-10 млн. років
- Якщо прийняти що хід процесів рельєфотворення це система і що система енергетично зрівноважена, то енергія ендогенного рельєфотворення повинна бути приблизно рівна енергії екзогенного рельєфотворення

Всі екзогенні процеси можна виділити в 2 класи

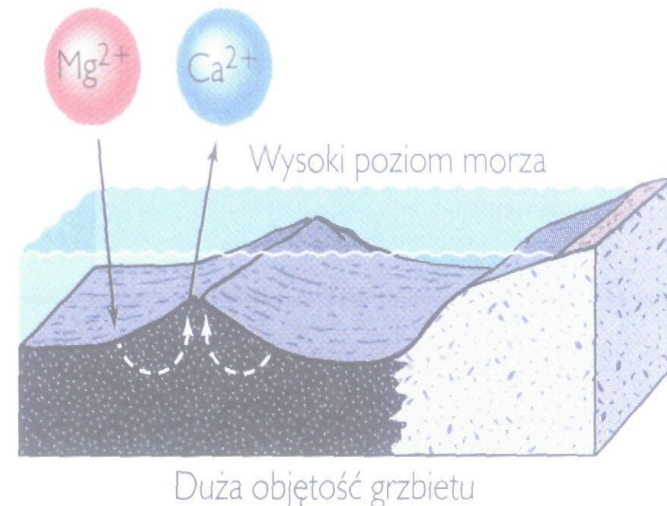
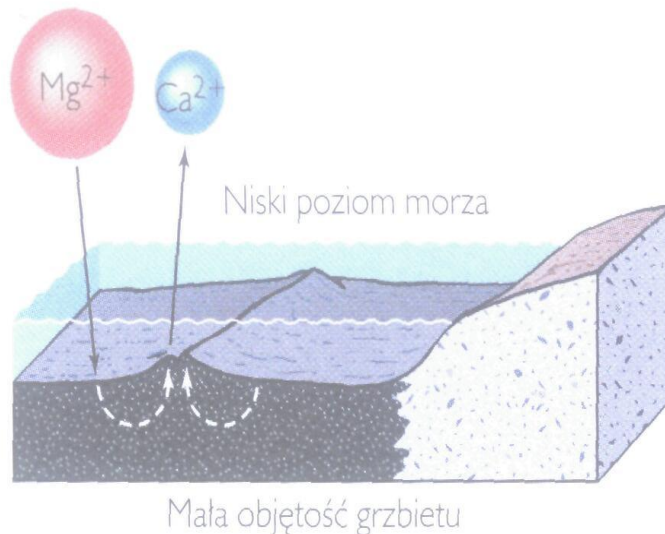
- **Процеси руху ґрунтових потоків на схилі, коли нестійкість мас визначається співвідношенням сил зміщення і сил опору (тертя)**
- Три групи процесів:
 1. Рух по схилу зв'язаних і незв'язаних частинок при товщині рухомого шару, який менший шляху їх переміщення (осипання, сповзання, масове зміщення плаща уламків)
 2. рух по схилу зв'язаних і незв'язаних частинок в вигляді шару, товщина якого порівнювальна до довжини шляху переміщення (обвали, блокові зсуви, відсідання)
 3. рух по схилах і межиріччях шару (товщі) порід товщиною більшою від шляху переміщення (розсідання межиріч)
- **Процеси, в яких основним рельєфотворчим процесом є природне середовище**
- Три групи процесів
 1. Рух повітряних мас
 2. Рух водних мас
 3. Рух мас снігу і льоду

Різні види руху

- Сковлення
- Волочіння
- Перекочування
- Рух завислих частин
- Рух в водному середовищу
- Рух в пластичному середовищі тощо
- Сліди різних типів руху лишають по собі знак в текстурі відкладів – значення для седиментології

Взаємозв'язок між окремими тектонічними і кліматичними явищами та характером геоморфологічних процесів

- З тектонічною активністю пов'язаний рівень морів та океанів
- Зміна обрисів океанічних басейнів, яка є наслідком руху континентальних плит, безпосередньо впливає на гіпсометричний рівень океану.



Що потрібно врахувати, аналізуючи рельєфотворення?

- наявність причини (може діяти тимчасово, може діяти постійно)
- наявність речовини, підготовленої для руху
- наявність відповідного рельєфотворного середовища
- Для чого? – Що саме? - В яких умовах ?