

дисципліна
ГЕОЛОГІЯ

Курс «Загальна геологія»

Тема:
«Екзогенні геологічні процеси»

ЕКЗОГЕННІ ГЕОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

Екзогенні геологічні процеси на відміну від ендогенних відбуваються у самих верхніх частинах земної кори на її границі з зовнішніми оболонками Землі – атмо-, гідро-, біосферою.

Їх енергетична основа – сонячне випромінювання, сили гравітації і сили, що виникають в зв'язку з осьовим обертанням Землі.

В цілому діяльність екзогенних процесів спрямована на вирівнювання фізичної поверхні Землі, наближення її до поверхні геоїда шляхом руйнування високих ділянок суші і заповнення знижених продуктами руйнування.

ЕКЗОГЕННІ ПРОЦЕСИ ВІДБУВАЮТЬСЯ У ВИГЛЯДІ ПОСЛІДОВНИХ СТАДІЙ:

ВИВІТРЮВАННЯ



ДЕНУДАЦІЯ



АКУМУЛЯЦІЯ



ДІАГЕНЕЗ

Вивітрювання – процес руйнування та хімічного розкладання будь-яких порід в умовах земної поверхні в результаті коливань температури, впливу на породи кисню повітря, води і розчинених в ній сполук, а також органічних сполук і живих організмів. Слід підкреслити, що до процесу вивітрювання діяльність вітру прямого відношення не має.

Денудація (лат. “денудаціо” – оголюю, розкриваю) – це сукупність процесів, які спричиняють видалення, перенесення продуктів вивітрювання і подальше їх руйнування силами гравітації, водою, вітром, льодом. Переміщаються ці продукти з піднесених в знижені ділянки, що призводить до загального вирівнювання рельєфу.

Акумуляція – це процеси накопичення переміщених продуктів вивітрювання у вигляді різноманітних опадів в зниженнях рельєфу, річкових долинах, озерах, болотах, морях, океанах.

Діагенез – це складний і тривалий процес перетворення накопичених опадів в осадові гірські породи шляхом їх гравітаційного ущільнення, перекристалізації і хімічних перетворень.

Завдяки екзогенним процесам відбувається **безперервне перетворення рельєфу на Землі, формування ґрунтів, осадових порід і корисних копалин, таких як вугілля, нафта, газ, боксити, фосфорити, солі, різні метали, будівельні матеріали** та ін.

ВИВІТРЮВАННЯ

Вивітрювання – це процес зміни і руйнування мінералів і гірських порід на земній поверхні під впливом фізичних, хімічних і органічних чинників. Залежно від того, які чинники обумовлюють процеси перетворення порід, вивітрювання можна поділити на **фізичне (або механічне)** і на **хімічне**.

Біогенні процеси, дуже широко проявлені в процесах вивітрювання, проявляються як в механічному, так і в хімічному впливі на мінеральний субстрат. Біохімічні процеси активно впливають на мінеральну речовину як в процесі життєдіяльності (наприклад, лишайники), так і поставляючи хімічно активні сполуки в процесі розкладання (органічні кислоти).

Фізичне вивітрювання підрозділяється на *температурне і морозне*.

Температурне вивітрювання – руйнування гірських порід і мінералів на поверхні Землі під впливом **коливань температури**. Відомо, що при нагріванні і охолодженні тверді тіла змінюють свій об'єм. В результаті добових коливань температури в масиві гірських порід виникають напруги двох типів. Напруги першого типу (так звані об'ємно-градієнтні) пов'язані з нерівномірним нагріванням поверхневої і глибших частин масиву; відмінність температур (і, відповідно, різне розширення) в цих частинах масиву призводять до утворення тріщин, спрямованих паралельно його поверхні. Внаслідок цього відбувається лущення і відшарування порід, яке називається десквамацією.

Другий тип напружень в межах об'єму породи і мінералу пов'язаний з різницею коефіцієнтів теплового розширення-стиснення мінералів. Напруження цього типу призводять до розколювання до рівня мінеральних зерен і далі, по тріщинах спайності, до утворення часток розміром до сотих часток мм.

Швидше руйнуються темні мінерали і породи, а також крупнокристалічні полімінеральні породи з великими відмінностями коефіцієнтів розширення мінералів, що їх складають.

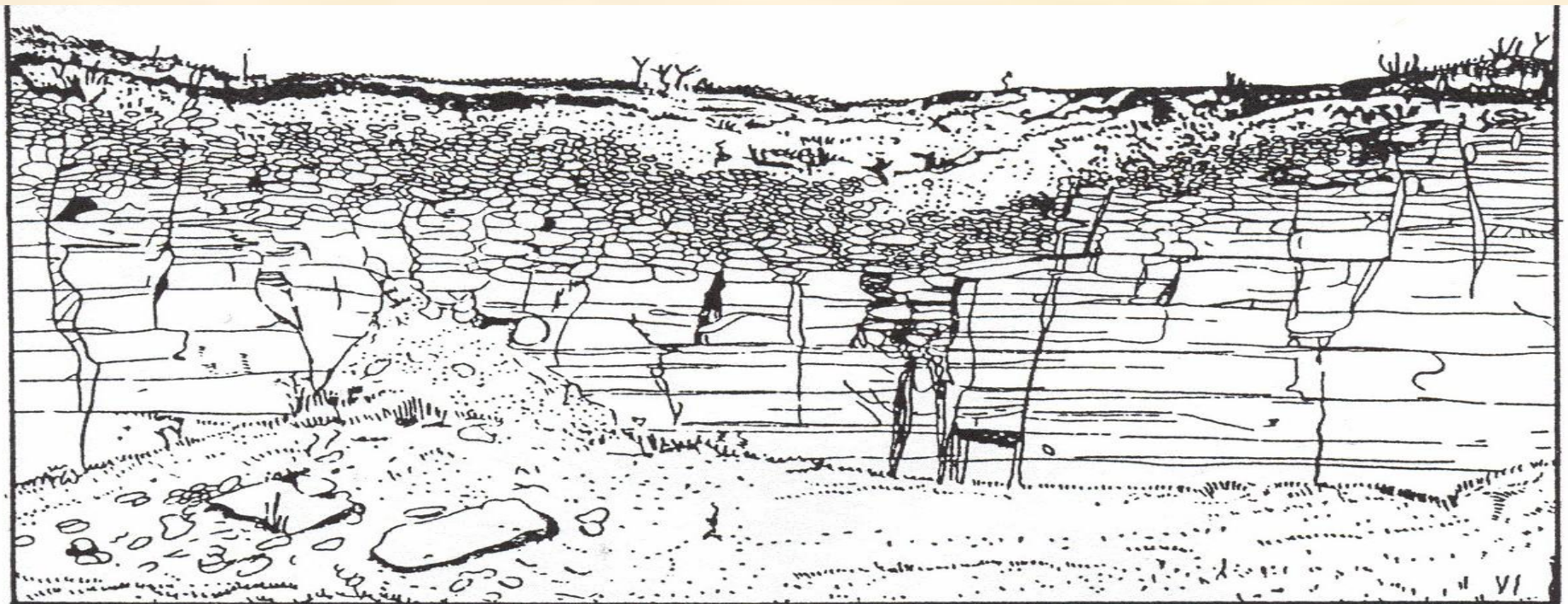
Морозне вивітрювання - руйнування гірських порід в результаті періодичного замерзання води, яка потрапляє в тріщини.

Хімічне вивітрювання є процесом хімічного перетворення мінералів і гірських порід під впливом води, кисню, вуглекислого газу, органічних кислот, а також внаслідок біогеохімічних процесів.

Необхідними умовами глибокого хімічного вивітрювання є:

- **клімат**, при якому досягається поєднання високих температур і вологості (гумідний тропічний);
- **велика кількість і характер рослинності** (при її розкладанні утворюються органічні кислоти, активно руйнують мінерали);
- **вирівняний рельєф**, забезпечує нерухомість продуктів руйнування;
- **тривалість вивітрювання.**

У процесі вивітрювання виникають дві групи продуктів: рухливі, які видаляються в розчиненому стані водою, і залишкові - залишаються на місці руйнування корінних порід. Залишкова продукція називаються **елювій**. Він складається з суміші щебеню, жорстви, піску, глини. Верхня частина елювію завдяки рослинності з часом перетворюється в ґрунтовий шар.





**Фото ТЕРЕШКОВОЇ О.А.
(Черкаси, с. Лебедівка)**

КОРА ВИВЕТРИВАННЯ – комплекс залишкових продуктів вивітрювання. Найсприятливіші умови для утворення потужних (до 100 м) кор - це жаркий вологий клімат в поєднанні з рівнинним рельєфом. В таких умовах може здійснитися повний цикл процесу вивітрювання, який включає чотири послідовні стадії.

СТАДІЇ ПРОЦЕСУ ВИВІТРЮВАННЯ

фізичне вивітрювання



видалення легко розчинних компонентів (гідроліз)



утворення залишкових глин



утворення латеритів (бокситів)

Кора вивітрювання поступово змінює свій склад - від слабо змінених корінних порід внизу до продуктів повного хімічного розкладання у верхній частині.

Кори вивітрювання за часом свого формування діляться на сучасні і стародавні (викопні) - перекриті молодими утвореннями. Стародавні кори виявляються і вивчаються за допомогою буріння свердловин і гірничими виробками. **За формою** кори можуть бути площинними і лінійними. Останні витягнуті в просторі і поширюються на глибину. Довжина їх може досягати десятків кілометрів, а ширина сотень метрів. Лінійні кори приурочені до великих розломів, де в силу роздробленості порід та їх високій водопроникності створюються сприятливі умови для вивітрювання.

Різним кліматичним зонам відповідають певні стадії вивітрювання.



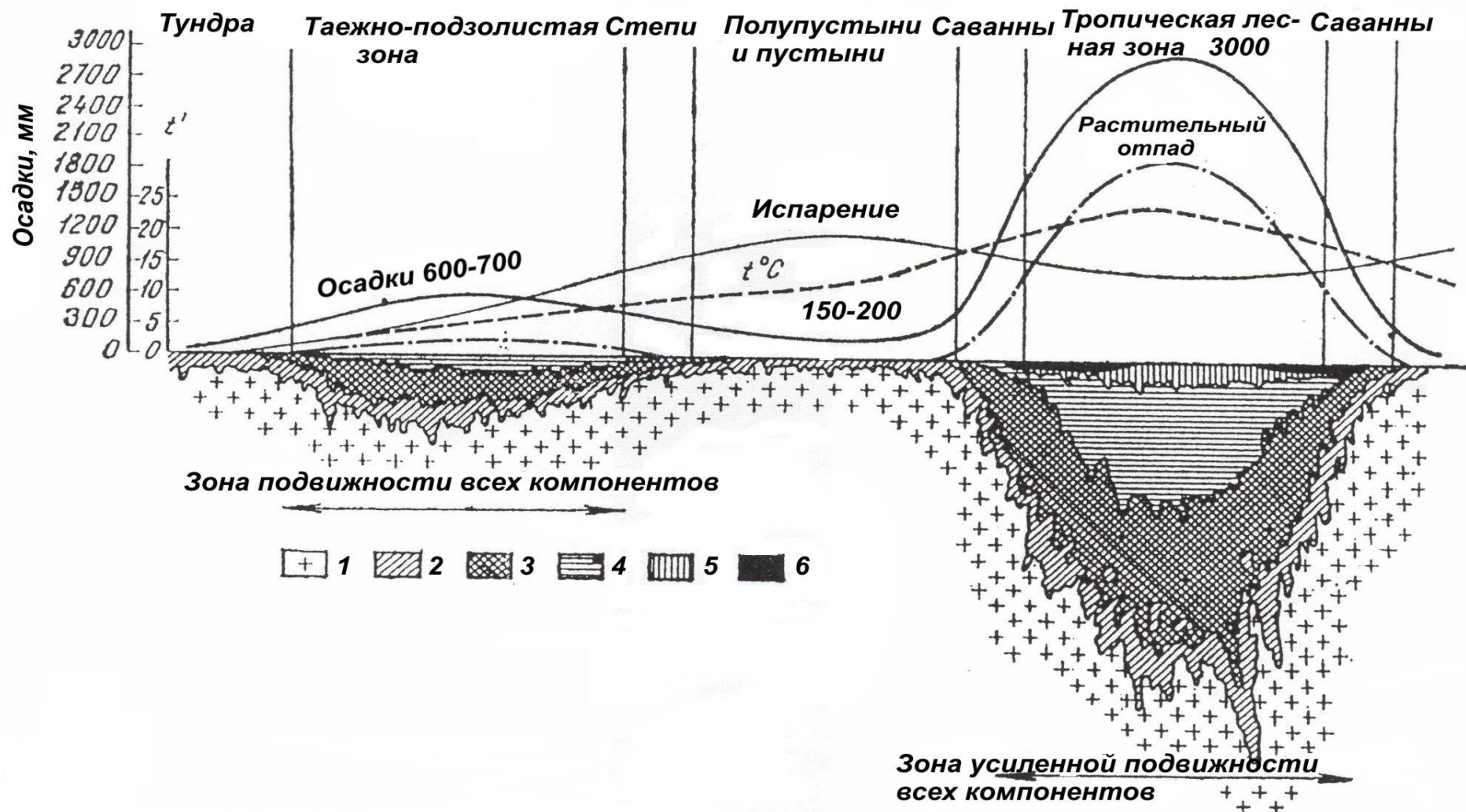
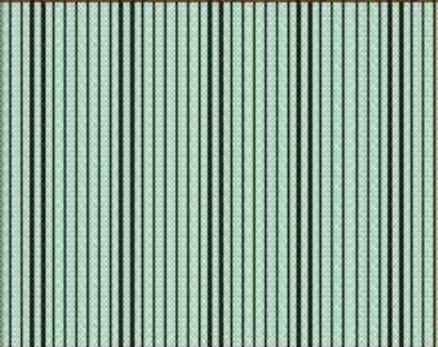
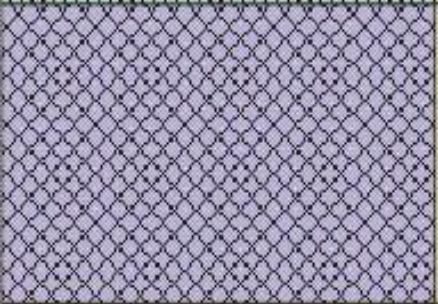


Схема будови кор вивітрювання в різних кліматичних зонах (за Н. М.Страховим): 1 – свіжа порода; 2 – зона дресви, хімічно малозмінена; 3 – гідрослюди́ста-монтморі́ллонітова-бейделлітова зона; 4 – као́лінітова зона; 5 – охри, Al_2O_3 ; 6 – панцир, що складається з Fe_2O_3 і Al_2O_3

	Гиббсит-гематит-гётитовая
	Каолинитовая
	Гидроslюдисто-монтмориллонит-бейделлитовая
	Обломочная
	Материнские породы

З корою вивітрювання пов'язані комплекси мінералів і гірських порід, що представляють собою цінні корисні копалини. Пухкі продукти - **щебінь, гравій, пісок** є будівельними матеріалами. У елювії накопичуються багато стійких до вивітрювання мінералів. Тому в корах вивітрювання утворюються **розсипні родовища золота, платини, каситериту, ільменіту, алмазів**. У них також формуються родовища **каолінів, бокситів, нікелевих, залізних, марганцевих руд**.

Вивітрювання як гірничо-геологічний фактор.

Утворення тріщин, зміна мінерального складу, структури і текстури корінних порід під час вивітрюванні призводить до зміни їх фізико-механічних властивостей. Такі породи відрізняються підвищеною пористістю. Їх показники міцності стають значно нижче і залежать від ступеня вивітрілості.

Вивітрілі породи нестійкі в гірських виробках, на схилах кар'єрів і природних відслоненнях на поверхні. Вони є тим середовищем, де зароджуються осипи, обвали, селі і зсуви.

ДЕНУДАЦІЯ І АККУМУЛЯЦІЯ

Наступними стадіями екзогенних перетворень є **руйнівні процеси денудації і будівні процеси акумуляції**, які нерозривно пов'язані між собою і важко піддаються розмежуванню в просторі та часі.

Вони являють собою сукупну діяльність рухомих геологічних агентів (факторів).

РУХОМІ ГЕОЛОГІЧНІ АГЕНТИ

вітер

поверхневі текучі води

підземні води

води водойм (морів, озер, боліт)

лід у різних формах його знаходження

сили гравітації

РОБОТА ВСІХ ГЕОЛОГІЧНИХ АГЕНТІВ ЗДІЙСНЮЄТЬСЯ ЗА ОДНІЄЮ Й ТОЙ САМОЮ СХЕМОЮ У ПОСЛІДОВНОСТІ :

**Видалення продуктів вивітрювання з місць їх
утворення**



Перенос продуктів з попутним їх руйнуванням



**Руйнування гірських порід, по яким здійснюється
транспортування продуктів вивітрювання**



**Сортування матеріалу, що переноситься, за формою,
розмірам і вазі уламків**



Акумуляція відсортованого матеріалу у вигляді осадка

ДІЯЛЬНІСТЬ ВІТРУ є одним з найважливіших геологічних і рельєфотворних факторів на поверхні суші. Всі процеси, обумовлені діяльністю вітру, створювані ними відкладення рельєфу і форми називають **еоловими** (Еол – бог вітрів в грецькій міфології). Еолові процеси протікають на всій території суші, але найбільш активно проявляються в пустелях, напівпустелях, на узбережжях морів і океанів. Цьому сприяє оптимальне поєднання умов, що сприяють розвитку еолових процесів: 1) відсутність або розрідженість рослинного покриву, що визначає наявність безпосереднього контакту гірських порід, що складають територію, і повітряних потоків атмосфери; 2) систематичні вітри; 3) наявність великих обсягів пухкого матеріалу, здатного переміщатися вітром.

Денудаційна руйнівна (ерозійна) діяльність вітру складається з двох процесів – **дефляції і коразії**. **Дефляція** (від лат. «deflatio» – здування) – процес видування і розвівання вітром частинок пухких гірських порід. Дефляції піддаються дрібні частинки пелітової, алевритової і піщаної розмірності. Розрізняють площинну і локальну дефляцію. Площинна дефляція призводить до рівномірного видування крихких частинок з великих площ.



Коразія (від лат. «corrado» — скоблю, відскрібаю) - процес механічного стирання гірських порід уламковим матеріалом, що переноситься вітром. Полягає в обточуванні, шліфуванні та висвердлюванні гірських порід. Частинки, що переносяться вітром, б'ючись об поверхню корінних гірських порід, котрі зустрічаються на шляху, діють як природний «абразивний інструмент», виробляючи на їх поверхні штрихи, борозни, ніші та інші характерні форми.

У процесі такого обточування відбувається також утворення нового уламкового матеріалу, який залучається до процесу дефляції.

Таким чином, процеси коразії і дефляції взаємопов'язані і протікають одночасно.

«Кам'яні гриби» – еолові фігури вивітрювання



Акумулятивна робота вітру. Про масштаби геологічної роботи вітру свідчить поширений на планеті вид пустельного ландшафту з його ***піщаними барханами і грядами***, а також наявність величезних ***піщаних дюн*** на берегах деяких морів і річок.

Всі ці акумулятивні форми створені вітровою діяльністю.

Бархани і дюни перевіваються вітром і рухаються за напрямками вітру і виробляють прогресуюче в даний час опустелювання багатьох регіонів на Землі.

Серед осадових порід, що утворилися в минулі епохи, еоловим відкладенням належить значна роль. **Сучасні еолові піски і алеврити** (леси) поширені на величезних територіях усіх континентів.



Піщані дюни пустелі Сахара

ПОВЕРХНЕВІ ТЕКУЧІ ВОДИ, їх джерелом є атмосферні опади у вигляді дощу, снігу, граду, інію, туману і т.п. і підземні води, що потрапляють в річки та інші водотоки.

Стік текучих вод виробляє колосальну геологічну роботу, в результаті якої відбувається **денудація** (водна ерозія) континентів і утворення різноманітного осадового матеріалу, що складається з уламків мінералів і гірських порід, глинистих частинок і розчинних сполук.

Стік — це кількість води, що стікає по денній поверхні в відкриті водойми і водотоки.

Розрізняють дві форми стоку поверхневих текучих вод: початкову — **площинний стік**, і кінцеву — **лінійний** або **русловий стік**.

Площинний стік формується на поверхні схилів тільки в період випадання атмосферних опадів або швидкого танення снігу і являє собою густу мережу дрібних борозен і жолобків. по яких стікає вода.

Лінійний стік виникає в результаті злиття вод площинних стоків в єдиний русловий потік.

Денудаційна робота площинного стоку виражається в площинному змиві продуктів вивітрювання і переміщенні їх в нижню частину (основу) схилів. В результаті цього схили згладжуються, робляться більш пологими, відбувається вирівнювання і загальне зниження рельєфу суші.

Акумулятивна діяльність площинного стоку полягає в накопиченні біля підніжжя схилів **ДЕЛЮВІЮ** – слабо відсортованого уламкового матеріалу з тонкою (малопотужною) шаруватістю і характерною плащеподібною формою залягання

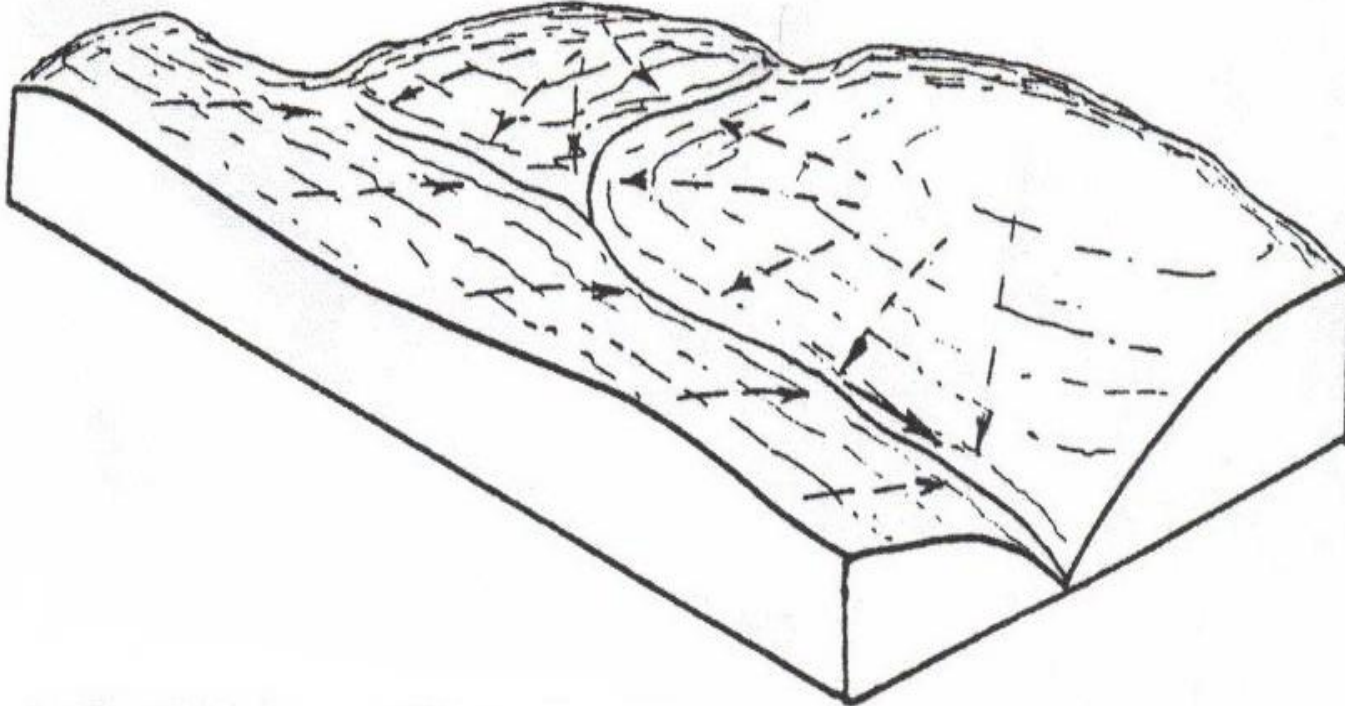
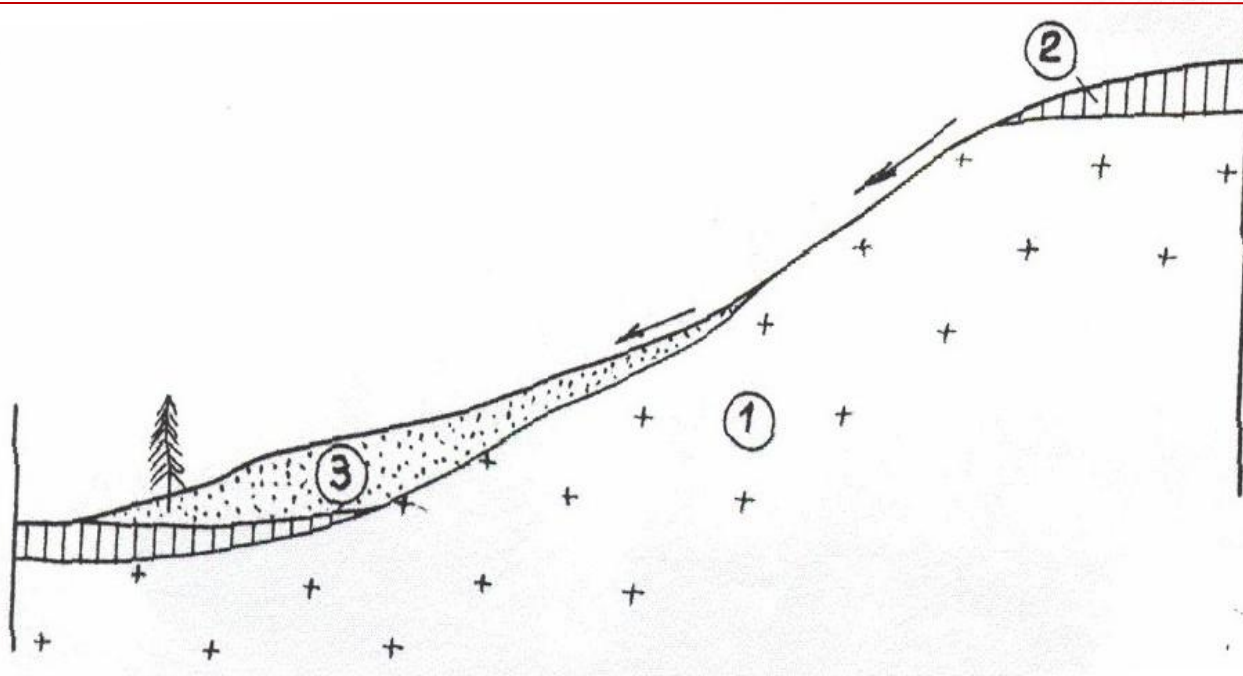
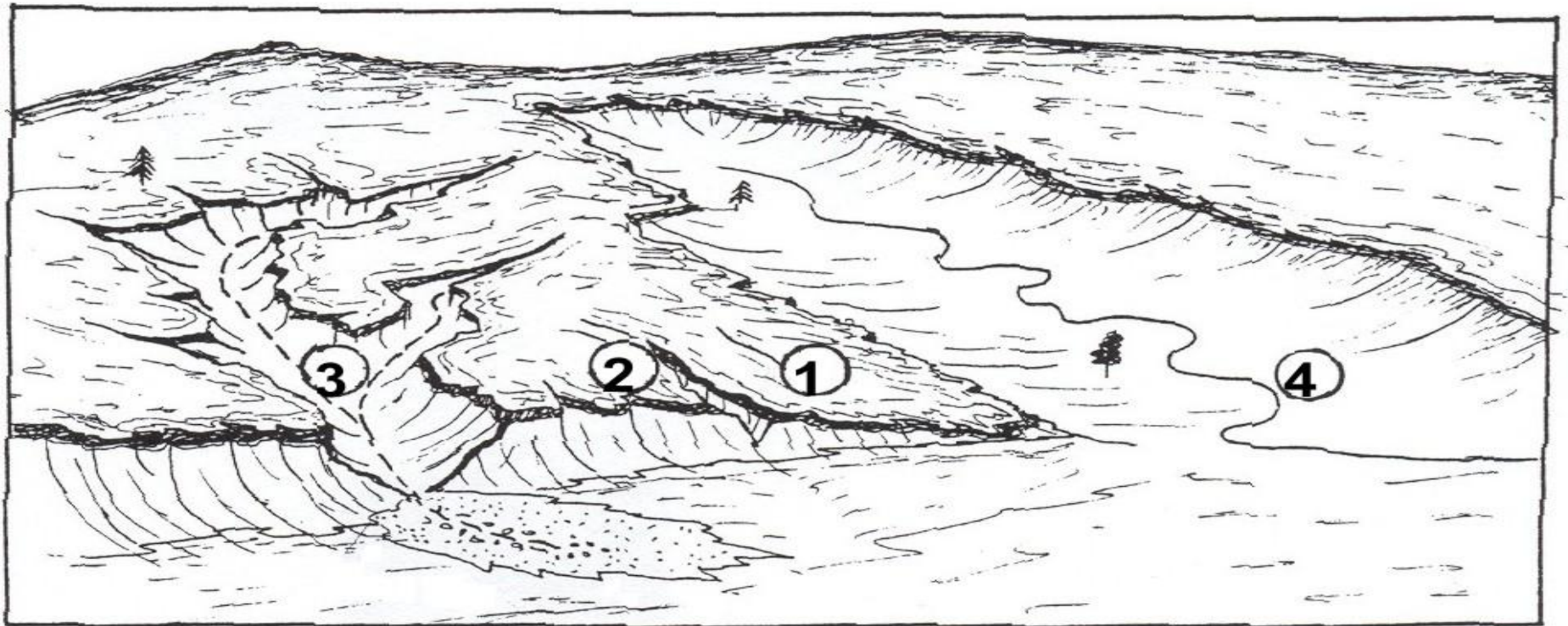


Схема
площинного
(пунктирні
стрілки) і
лінійного
(руслового) стоків
поверхневих
текучих вод



Механізм
утворення
делювіальних
відкладень біля
підніжжя схилів:
1 - корінні
породи,
2 - елювій,
3 - делювій

Лінійний (руслувий) стік неоднорідний за своєю структурою. Спочатку він здійснюється по дрібним ерозійним формам – **борознах (1)** і **вибоїнах (ямах) (2)**, які розташовуються на схилах. Злиття вибоїн утворює більш потужний водний потік, який виробляє собі в нижній частині схилу поглиблення у вигляді **яру (3)**. Яри виносять свої води в більші долини **струмків і балок (4)**.



Здатність водотоку виробляти руйнівну і транспортуючу роботу визначається його кінетичною енергією :

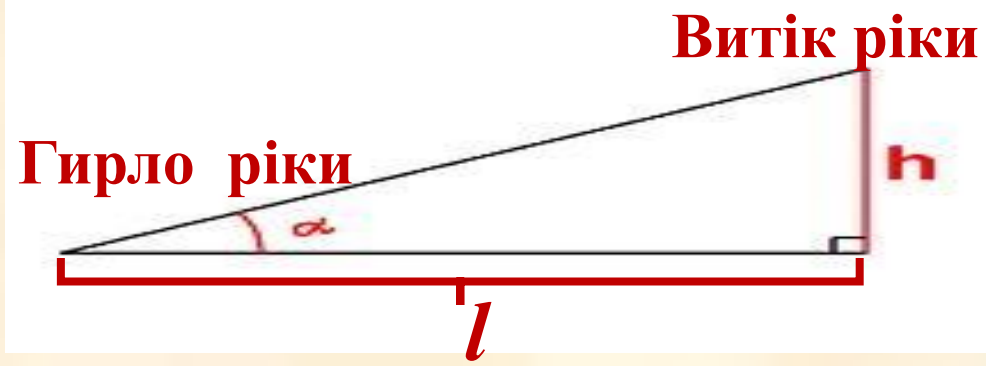
$$E = (mV^2) / 2,$$

де E – енергія текучої води; m – витрата (маса) води, що протікає через поперечний переріз водотоку за одиницю часу; V – середня швидкість течії води.

Середня швидкість течії (V) води у водотоці визначається ухилом його русла (i) – відношенням між перевищенням витoku водотоку над його гирлом (h) і відстанню між ними по горизонталі (l).

$$i = \operatorname{tg} \alpha, \quad \operatorname{tg} \alpha = h/l$$

$$V = k * i$$



Ложе водотоку руйнується під дією, в основному, трьох факторів: **абразії, гідравлічного випахування і розчинення.**

Абразія – це механічне пошкодження дна під дією ударів і тертя уламків, які переносяться водотоком.

За умовами живлення та режиму руслові водотоки діляться на **постійні** або **річкові**, що живляться в основному за рахунок підземних і льодовикових вод, і **тимчасові**, епізодичне виникнення яких обумовлено випаданням дощу або активним таненням снігу. До останніх відносяться будь-які лінійні зниження в рельєфі – борозни, вибоїни, яри, сухі русла на схилах гір. Характеристику постійних і тимчасових водотоків і результатів їх діяльності доцільно розглянути окремо.

Діяльність річок.

Річка – це постійно діючий (протягом багатьох тисяч років) водний потік, що протікає в долині і має досить велику протяжність (від декількох до тисяч кілометрів). У будові річки розрізняють її **витік, русло, гирло і притоки**. Поверхня, по якій тече річка, називається **річковим ложем**. Річка разом з притоками утворює **водозбірну площа або басейн річки**.

Границі басейнів річок, якими зазвичай служать гори і височини, називаються **вододілами**. Біля берегів швидкість течії менше, ніж у середній – стрижневій частині річки.

Денудаційна робота річок здійснюється у формі їх ерозійної і транспортуючої діяльності. Розрізняють глибину (донну) і бічну ерозії. Глибина ерозія виражається в поглибленні русла за рахунок руйнування порід ложа річки.

Бічна ерозія полягає в руйнуванні (бічному підмиву) водним потоком крутих бортів його долини, внаслідок чого відбувається її поступове розширення.



Розвиток глибинної (а) і бокової (б) ерозії



Приклад суміщених бічної і глибинної ерозії (берег р. Сухони)

Механізм **бічної ерозії** здійснюється за рахунок багаторазових вигинів (**меандрування**) русла в межах плоскої, донної частини долини. Обидва види річкової ерозії проявляються одночасно, проте в залежності від місця річки і періоду її розвитку може переважати той чи інший вид ерозії. Так, у верхів'ї річки переважає глибинна ерозія, а в пониззі – бічна.

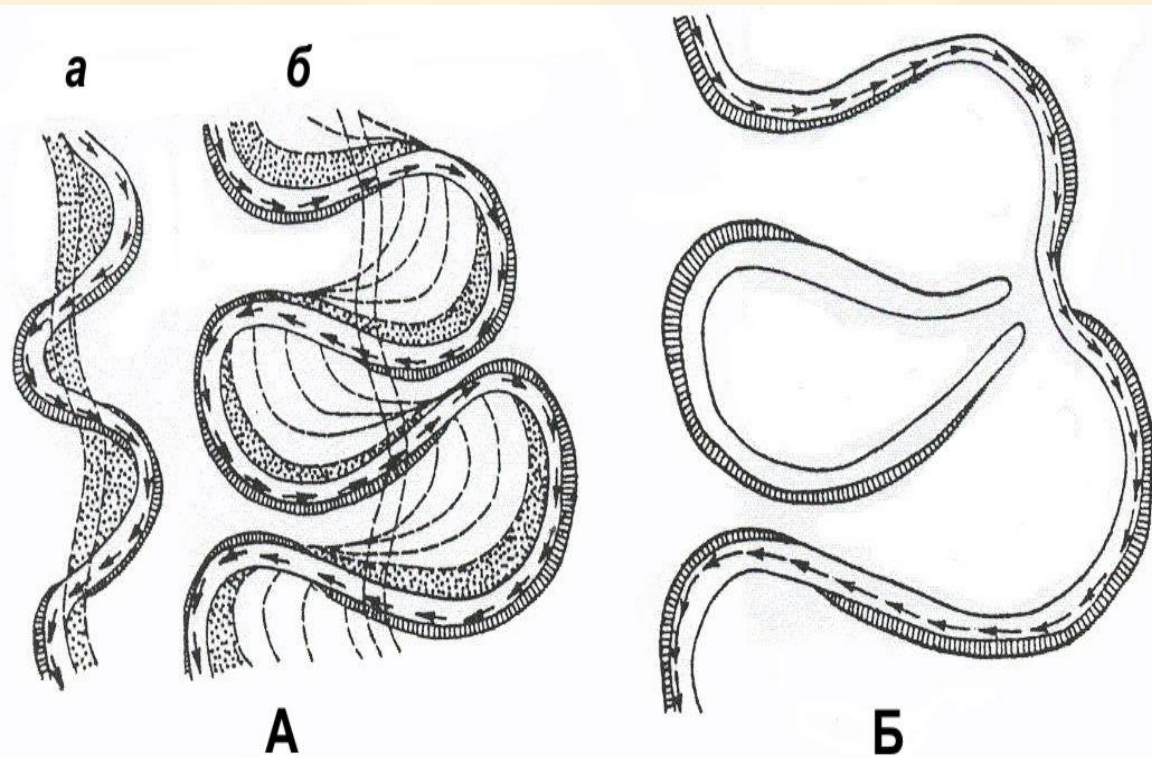
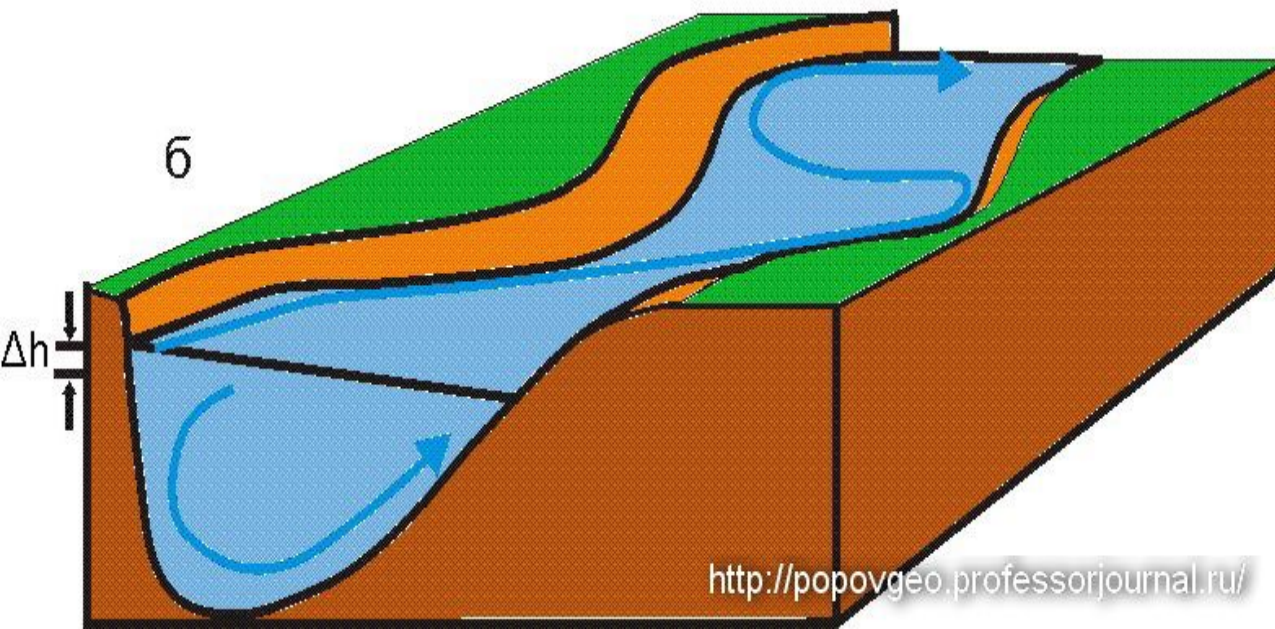
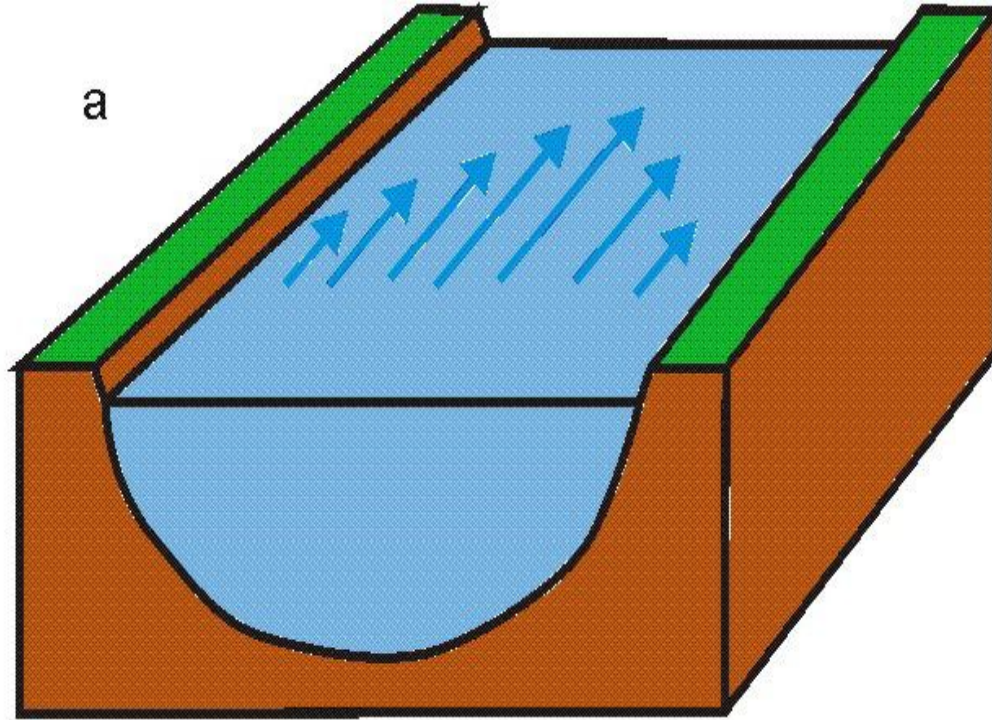


Схема послідовного зсуву річкових меандр у міру їх зростання (А) і утворень з них стариць – озер, приурочених до дугоподібних ділянок старого русла (Б):
а - початкова стадія; б - розвиток меандр на більш пізніх стадіях



Різні умови взаємодії
річкового потоку з
берегами:

а – стрижень
проходить
посередині русла,
берега не
розмиваються;
б – потік підходить
до берега під кутом,
викликаючи
стиснення струменів
і розмив берега; біля
протилежного берега
утворюється
аккумулятивна мілина
(h – перевищення
рівня води у
увігнутого берега над
середнім рівнем в
даному перетині)

Кінцева мета річковий ерозії – вироблення **поздовжнього профілю рівноваги річки**, що представляє собою криву зміни абсолютних відміток дна річки на всій її довжині – від витoku до гирла. Форма цього профілю визначається первинним рельєфом місцевості, кількістю притоків, міцністю гірських порід річкового ложа і т.п.

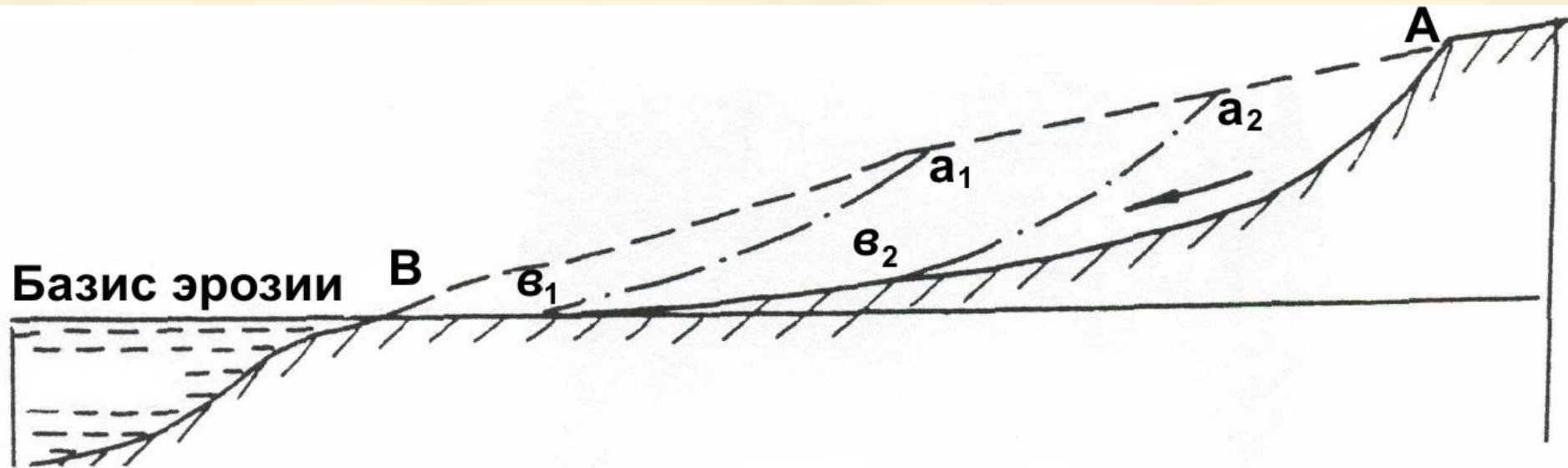


Схема формування поздовжнього профілю рівноваги річки:

Bv_1a_1 , Bv_1a_2 – проміжні поздовжні профілі русла річки;

Bv_2A – поздовжній профіль рівноваги;

Ba_1a_2A – вихідний профіль рельєфу місцевості

Базис ерозії – поверхня поздовжнього профілю водного потоку, на рівні якої потік (річка, струмок) втрачає свою енергію і нижче якої не може поглибити (еродувати) своє ложе.

Загальний (головний) рівень базису ерозії — рівень Світового океану, точніше рівень дна водотоків, які впадають в океан в їх гирлі. Вище за течією водного потоку можуть розташовуватися місцеві базиси ерозії, що лімітують глибину ерозії на окремих ділянках його поздовжнього профілю; ними можуть бути або рівень проточних озер, або вихід на поверхню твердих, важко розмивних гірських порід.

Від різниці висот положення верхів'я річки та її базису ерозії залежить величина живої сили річки. Зі збільшенням цієї різниці річка *поглиблює* своє русло, зі зменшенням — *відкладає* в руслі *наноси (АЛЮВІЙ)*. Періодична зміна положення базису ерозії або верхів'я річки призводить до утворення терас.

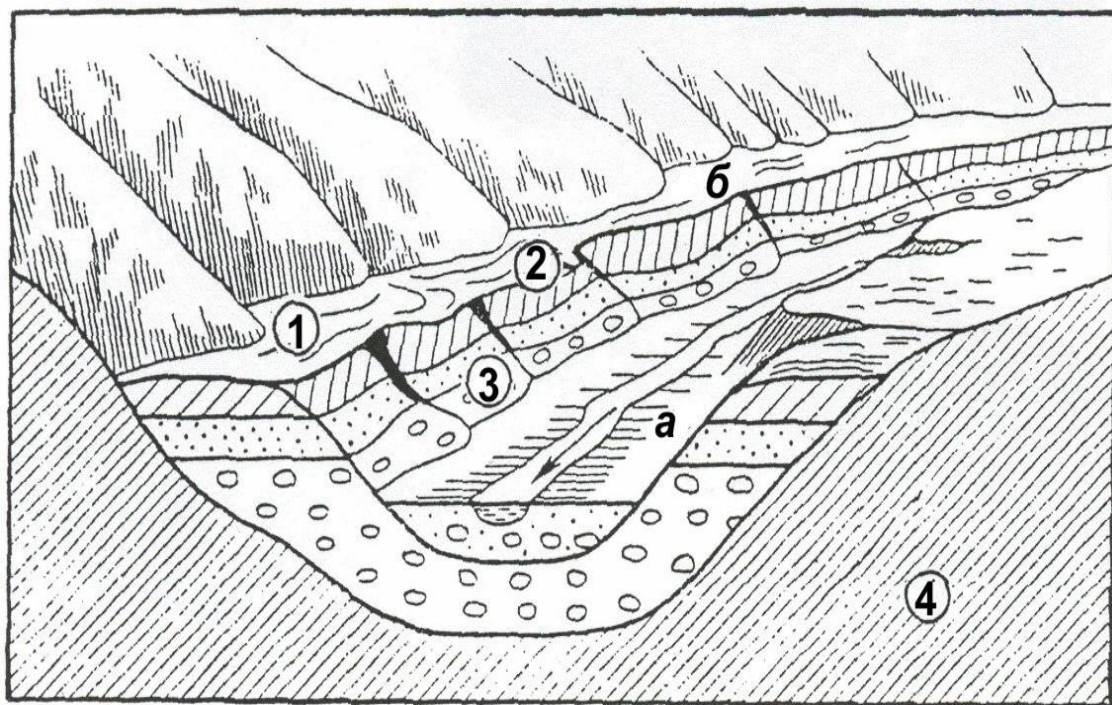
У житті річки розрізняють кілька періодів: юність, зрілість і старість.

Юність річки характеризується невиробленим профілем рівноваги, великою швидкістю течії, наявністю порогів і водоспадів, V-подібною формою долини в поперечному її перетині.

Зрілість річки настає в міру наближення рельєфу річкового дна до профілю рівноваги. В середній і нижній течії переважає бічна ерозія. Долина розширюється і набуває U-подібну форму. Русло часто утворює меандри. Швидкість течії зменшується від витоків до гирла.

Старість річки характеризується повсюдним загальним наближенням поздовжнього профілю до рівноважного стану, але все ж він більше біля витоків.

Омолодження річки – відновлення в ній донної ерозії – може відбутися не тільки в результаті руху блоків земної кори, але і за рахунок збільшення маси води, що протікає в річці, в силу змін клімату або перехоплення річкою вод інших водотоків. У всіх таких випадках в серединній частині старої долини річка почне формувати свою нову долину за рахунок донної ерозії, а піднесені залишки старої долини у вигляді вирівняних ділянок утворюють



Схематичний поперечний профіль річкової долини:
а – заплавна тераса; б – перша надзаплавна тераса;
1 – поверхня тераси, 2 – брівка тераси, 3 – уступ тераси, 4 – корінні породи, в які вкладена алювіальна долина

Террасированная долина реки Овайхи.
Фото Майкла Мелфорда.
<http://www.nat-geo.ru/>



формуються в долинах і в місцях впадання річок у водойми.

Ці відкладення називаються **алювіальними** і складаються вони з глини, піску, *гравію, гальки*, жорстви, щебеню, іноді валунів і брил. Залежно від місця в річці і умов утворення виділяються різновиди алювіальних відкладень:

- 1) руслові - найбільші уламки, що залягають в руслах річок;
- 2) заплавні - глини, суглинки, дрібнозернисті піски з органічними залишками, що складають річкові заплави;
- 3) старичні - супісок, мул з органікою, що утворюються в річкових старицях, лиманах;
- 4) дельтові - добре відсортований піщано-глинистий матеріал, з якого складаються річкові дельти.

Дельти утворюються в місцях впадання річки в море і являють собою великі рівні ділянки суші, що перетинаються численними річковими протоками і



Дельта річки
Дунай (вид з
космосу)

Діяльність тимчасових водотоків. Найбільш істотна за своїми геологічними результатами діяльність тимчасових водотоків здійснюється *в місцевостях зі складним рельєфом і великою кількістю атмосферних опадів.*

У таких місцях часто утворюються так звані **СЕЛЕВІ ПОТОКИ**, а також відбувається активне утворення ярів.

Селеві потоки виникають в сухих руслах на схилах, в гірських долинах струмків і малих річок під час злив або швидкого танення снігу. Сель – це бурхливий водно-грязьовий потік, який транспортує різнорозмірні уламки порід.

При виході потоку на рівну ділянку, наприклад, на терасу основної річки, швидкість течії в ньому різко падає і весь невідсортований матеріал, що переносився, відкладається у вигляді **конуса виносу (ПРОЛЮВІЙ).**

Такі відкладення називаються **пролювіальними.**



Пролювіальні відкладення – конус виносу



Селевий потік

Утворення ярів. Цей процес відбувається в умовах розчленованого рельєфу, на схилах пагорбів, уздовж крутих бортів річкових долин і морського узбережжя. Найбільш інтенсивно яри розвиваються в пухких породах (легко розмиваються), не закріплених кореневою системою деревної рослинності, а саме у глинах, лесовидних глинах, лесах.

Поздовжній профіль рівноваги яру формується так само як у річок. Відповідно до процесів, що протікають в яру, його можна розділити на три ділянки: верхній (верхів'я), де відбувається поглиблення дна (донна ерозія); середній, де здійснюється перенесення продуктів руйнування; нижній, де йде накопичення *яружного алювію*.

