



Кругообіг речовин та потік енергії в біосфері. Біогеохімічні цикли

- ✓ Кругообіг карбону
- ✓ Кругообіг нітрогену
- ✓ Кругообіг сульфуру
- ✓ Кругообіг фосфору
- ✓ Кругообіг води
- ✓ Кругообіг біогенних елементів
- ✓ Антропогенний кругообіг речовин
- ✓ Ресурсний цикл

Стійкість біосфери та її здатність до саморегулювання



Наявність зовнішнього джерела енергії

Наявність в біосфері кругових процесів перенесення речовин

Різноманіття живої речовини

Біосфера - відкрита система, що знаходиться в нерівноважному стані і обмінюється з зовнішнім середовищем енергією і речовиною.

Енергія - здатність виконувати роботу.

Перший закон термодинаміки (закон збереження енергії)

Все розмаїття життя на Землі супроводжується перетворенням енергії, яка не зникає і не створюється заново.

Другий закон термодинаміки (закон ентропії)

Процеси, пов'язані з перетворенням енергії, можуть відбуватися мимовільно тільки за умови, що енергія переходить з концентрованої форми в розсіяну. В основі життя знаходиться обмін речовиною між організмом і навколишнім середовищем.

Біосфера - відкрита термодинамічна система, що знаходиться в нерівноважному стані, яка поглинає сонячну енергію для забезпечення постійного кругообігу речовин, в якому бере участь як жива так і нежива речовина біосфери.

Важлива термодинамічна характеристика біосфери - здатність створювати і підтримувати високий ступінь упорядкованості, тобто стан з низькою ентропією. Низька ентропія досягається постійним розсіюванням використаної енергії.

Впорядкованість системи підтримується за рахунок дихання всієї спільноти, яке відкачує невпорядкованість.

Єдиний спосіб надати обмеженій кількості властивість нескінченного - це змусити її обертатися по замкненій кривій (В.Р.Вільямс)

Кругообіг хімічних елементів (речовин) із неорганічного середовища через живу речовину (рослинні та тваринні організми) назад у неорганічне середовище з використанням сонячної енергії або енергії хімічних реакцій - біогеохімічний цикл.

Біогеохімічний цикл

Великий
(геологічний)



Утворюється поклади, морські
напластування, геоктанічні зміни,
опускання материків і підняття
морського дна, переміщення морів та
океанів

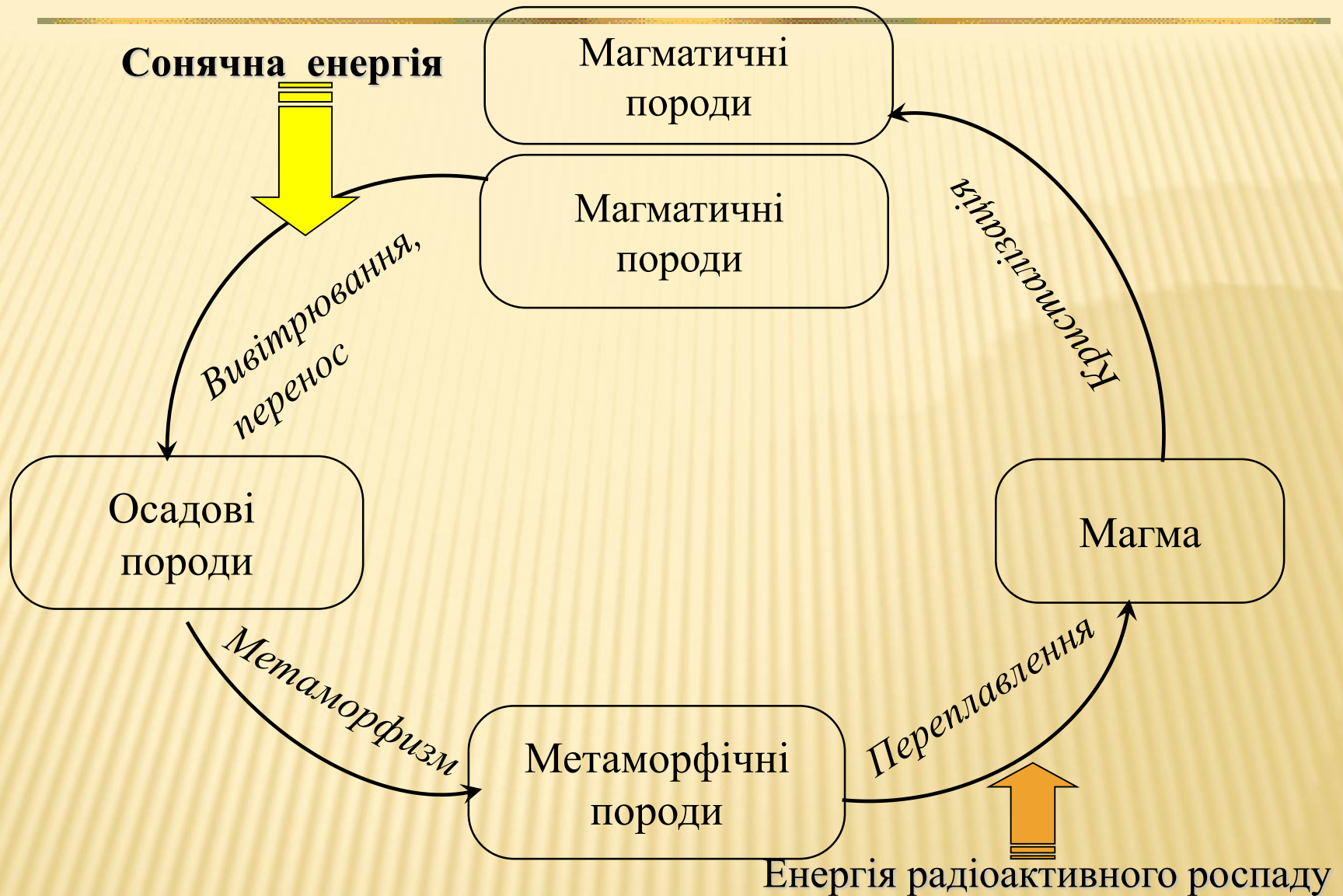
Малий
(біотичний)



Живильні речовини ґрунту H_2O , С
акумулюються в рослинах,
витрачаються на будову тканини
рослин, входять до складу органічних
речовин, що забезпечують
життєдіяльність рослин, організмів -
консументів.



Малий кругообіг речовин (біотичний) відбувається в межах біосфери. Утворення живої речовини з неорганічних сполук в процесі фотосинтезу і перетворення органічної речовини при розкладанні знову в неорганічні сполуки.



Великий кругообіг речовин - перерозподіл речовини між біосферою і більш глибокими шарами літосфери внаслідок взаємодії сонячної енергії з глибинною енергією Землі.

Біогеохімічний цикл

Кругообіг газоподібних сполук з резервним фондом в атмосфері або гідросфері (океан).

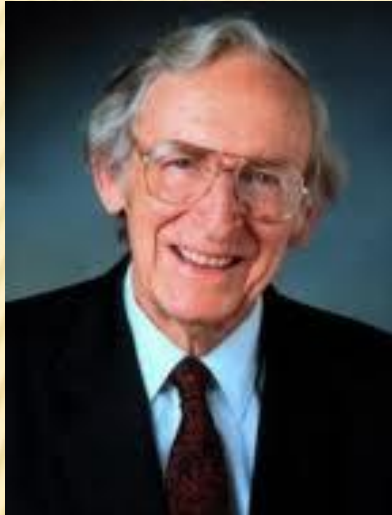
Осадочний цикл із резервним фондом в землі.

Типи резервного фонду

Рухомий (обмінний) фонд, менший, але більш активний - швидкий обмін між організмами та їх безпосереднім оточенням.

Резервний фонд — велика маса сполук, що вільно рухаються, здебільшого небіологічний компонент.

Частини біогеохімічного циклу



Ю. Одум

Кругообіг речовин, що включають в себе великі атмосферні фонди, в глобальному масштабі «добре забуферени», завдяки здатності пристосовуватися до змін.

Осадкові цикли, в меншій мірі здатні до саморегуляції, тому легше порушуються.

Макроелементи:

C, H, N, O, S, P (основні), Ca, Mg, Na, K, Cl .

O > C > H > N > P > S

Мікроелементи:

Cu, Mn, Fe, Zn, Mo, F, I, Se (доведені);

Cr, Ni, V, Sn, As, Si (ймовірні).

Кругообіг карбону

Основний фонд карбону

- Атмосфера: у вигляді CO_2 , CO , розчиненому в атмосферних опадах HCO_3^- .
- Суша: в складі органічної живої речовини та органічної речовини ґрунтів, карбонатів, гідрокарбонатів.
- Гідросфера: в світовому океані у складі живих організмів, «карбонатний» вуглець CO_2 , HCO_3^- , H_2CO_3 , CO_3^{2-} .
- Літосфера: у вигляді викопного палива (органічний вуглець), в кристалічних і вулканічних породах (карбонати, карбіди), осадових порід (органічного та неорганічного походження).

Кругообіг карбону

Співвідношення CO₂ в біосфері

атмосфера/суша/океан/літосфера=1/3/50/10

Основні запаси карбону в біосфері містяться у вигляді CO₂ в атмосфері та Світовому океані.

Екосистеми (наземні) асимілюють біля 12% CO₂, загальний час переносу - 8 років.

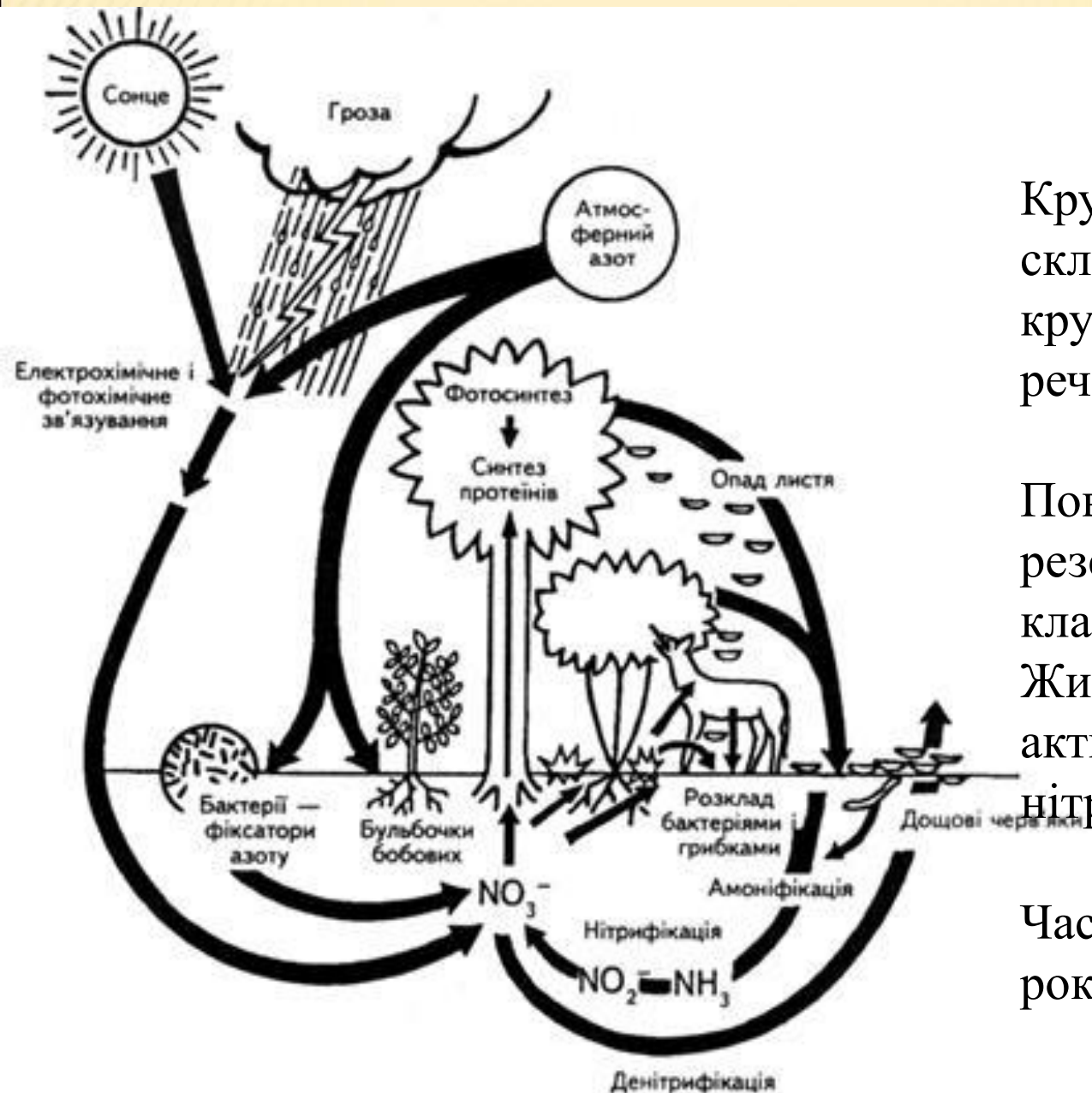
Кругообіг карбону



Вплив людини на кругообіг карбону в природі

- ✓ Масштабний видобуток органічного вуглецевого палива призводить до зменшення його запасів.
- ✓ Спалювання вуглецевого палива призводить до виділення великої кількості CO_2 і CO в атмосферу.
- ✓ Синтез полімерних матеріалів, що не переробляються природою, призводить до виведення вуглецю з кругообігу та забрудненню навколишнього середовища.
- ✓ Вирубка лісів і розорювання ґрунтів, будівництво міст веде до порушення кругообігу рослинної біомаси суші та зменшення її кількості, до порушення балансу поглинання CO_2 та виділення O_2 .

Кругообіг нітрогену



Кругообіг нітрогену - складний, забуферений кругообіг газоподібних речовин.

Повітря (78% N_2) — резервуар, запобіжний клапан системи.

Жива речовина: 3% активного фонду нітрогену.

Час кругообігу — 100 років.

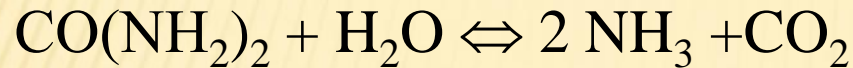
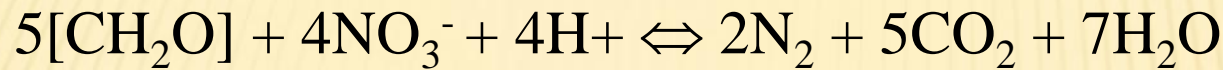
Кругообіг нітрогену

Фонд нітрогену

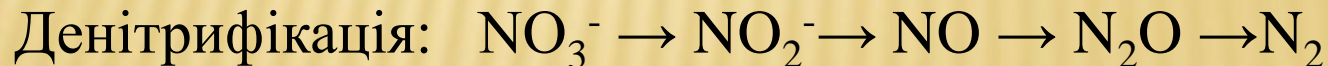
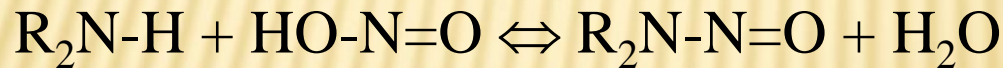
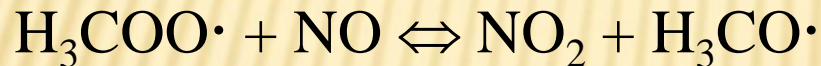
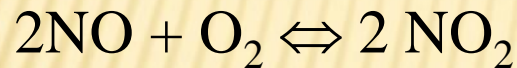
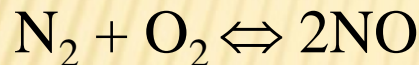
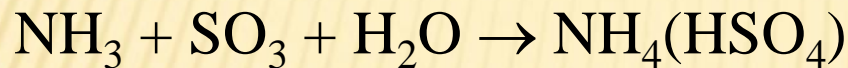
- ✓ Атмосфера: N_2 , оксиди, у складі складних аніонів.
- ✓ Суша: у складі живої речовини 0.6 – 3%
- ✓ Гідросфера: у світовому океані в розчинному вигляді у складі іонів NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , у живих організмах, в мертвій органічній речовині.
- ✓ Літосфера: в гранітному шарі та осадова оболонка у вигляді солей NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-

Кругообіг нітрогену

Денітрифікація:



Антропогенний фактор



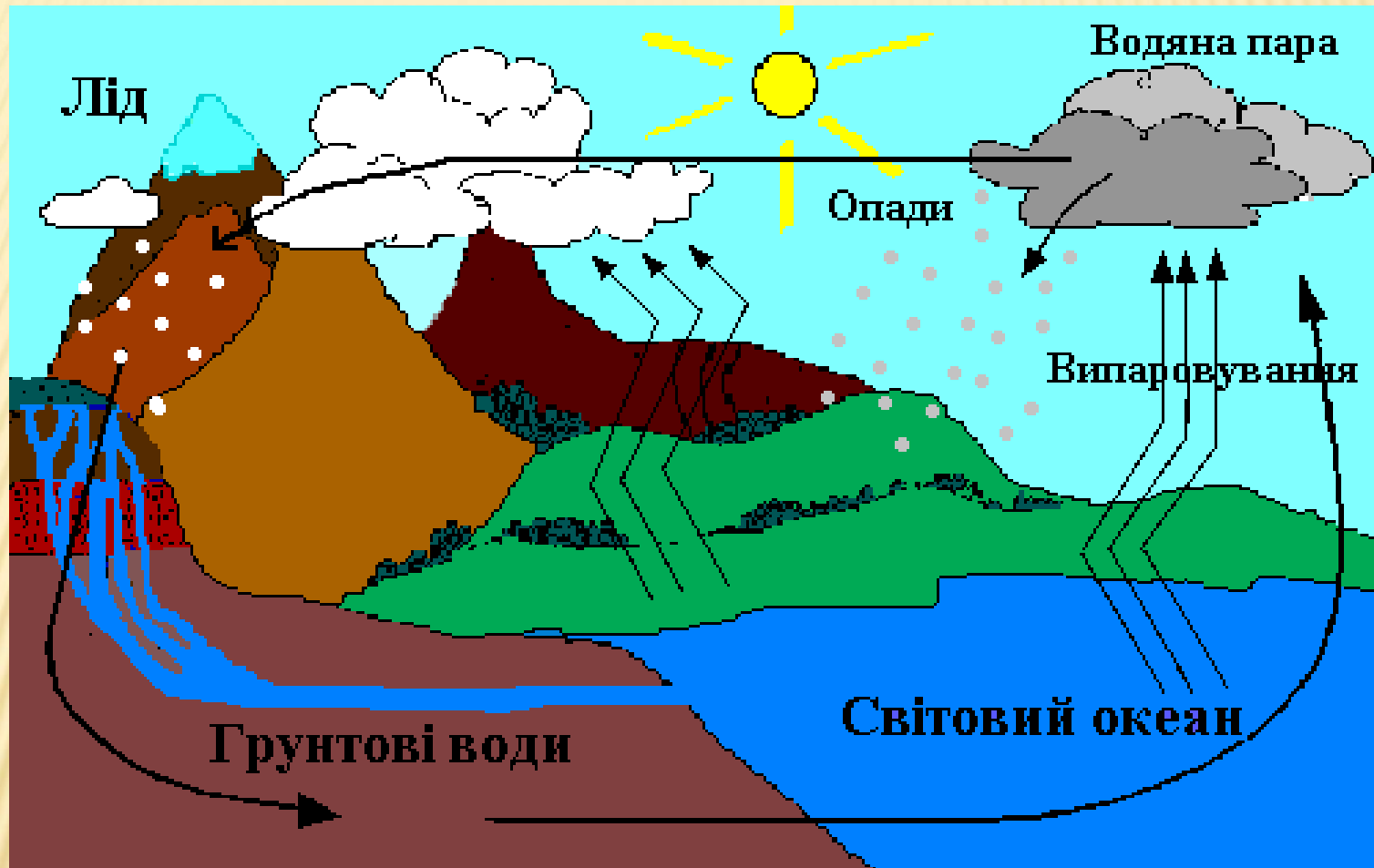
Основні риси кругообігу нітрогену

- ☑ Ключову роль в кругообігу грають специфічні мікроорганізми (відновники (денітрифікуючі), окиснювачі (нітри-, нітрофікуючі)).
- ☑ Обмін азотом між атмосферою і ґрунтом здійснюється в наслідок азотфіксації і денітрифікації, випадання азотовмісних атмосферних опадів і надходження з вулканічними газами.

Вплив людини на кругообіг нітрогену в природі

- ✓ Зміни в структурі кругообігу азоту пов'язані з індустріальною фіксацією молекулярного азоту з атмосфери, виробництвом на цій основі азотних добрив і внесення їх в ґрунт.
- ✓ Значна кількість оксидів азоту надходить в атмосферу з викидами промислових підприємств і транспорту і в гідросферу з побутовими і промисловими стоками.

Кругообіг води



У біосфері вода робить малий і великий кругообіг і грає головну роль в зв'язуванні геологічного і біотичного кругообігу.

Кругообіг води

Важлива властивість кругообігу води - взаємодіючи з літосферою, атмосферою і живою речовиною, пов'язує воєдино всі частини гідросфери: океан, річки, ґрунтову вологу, підземні води і атмосферну вологу.

Малий кругообіг

Випаровування води з поверхні океану, конденсація водяної пари в атмосферу і випадання опадів на поверхню океану

При перенесенні водяної пари повітряними течіями на сушу, частина опадів випаровується і надходить назад в атмосферу, інша - живить ріки й водойми, але в підсумку знову повертається в океан річковим і підземним стоком.

Великий кругообіг

Кругообіг кисню



В межах біосфери відбувається швидкий обмін киснем середовища з живими організмами або їх залишками після загибелі.

Кругообіг кисню

Фонд кисню

- ✓ Атмосфера: O , O_2 , O_3 , оксиди, кисневмісні аніони, розчинені в атмосферних опадах (CO_3^{2-} , NO_3^-)
- ✓ Суша: у складі біомаси та неживої речовини
- ✓ Гідросфера: H_2O , розчинені оксиди, кисневмісні аніони
- ✓ Літосфера: у вигляді оксидів та кисневмісних аніонів в гранітному шарі, осадовому шарі.

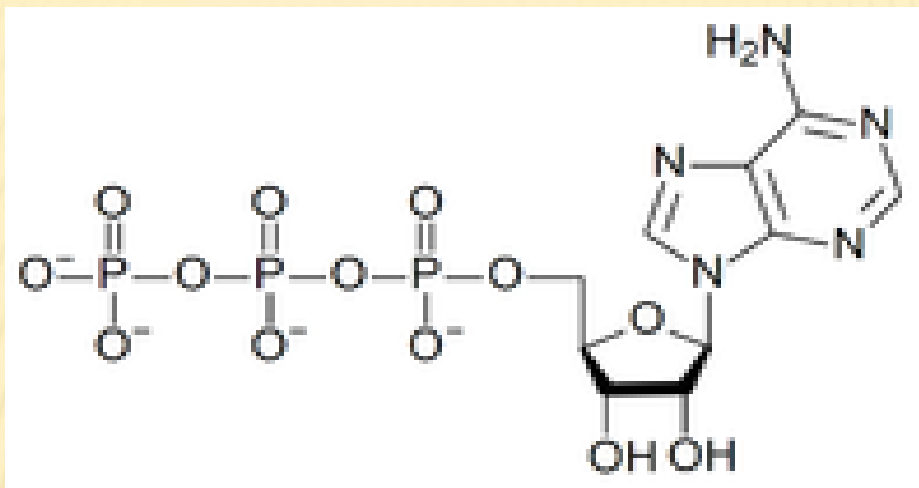
Кругообіг фосфору

Головний резервуар фосфору - гірські породи.

Цикл фосфору - осадовий цикл з недосконалою регуляцією.

Основний фонд фосфору

- ✓ Атмосфера: майже відсутній.
- ✓ Суша: у складі живої речовини (АТФ, АДФ, фосфати, гідрофосфати та ін.)
- ✓ Гідросфера: в світовому океані у складі живої речовини, у вигляді іонів PO_4^{3-} , HPO_4^{2-}
- ✓ Літосфера: в гранітному шарі та осадовій оболонки.

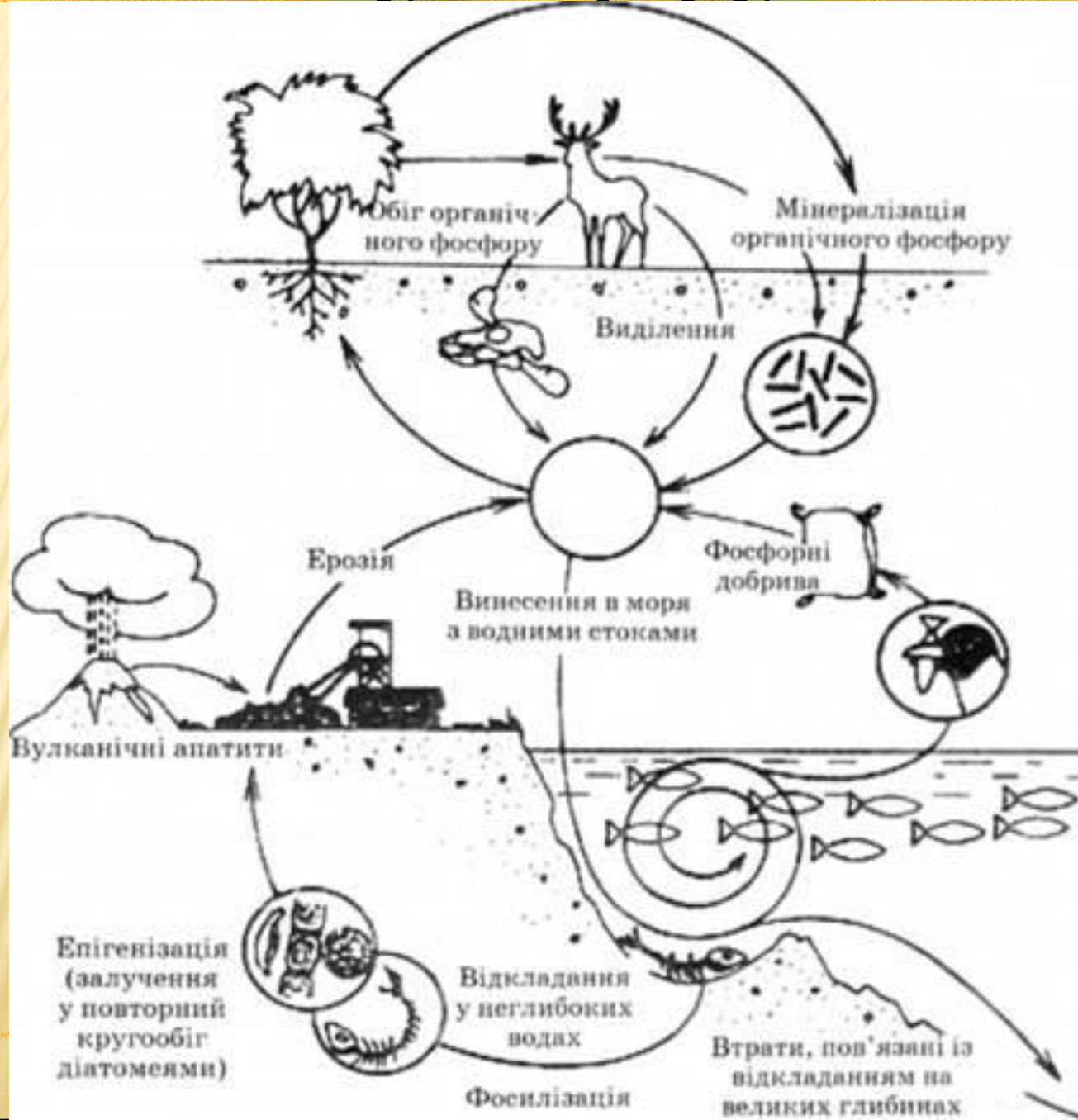


Аденозинтрифосфат АТФ (АТФ) - нуклеотид, грає важливу роль в обміні енергії і речовин в організмах; універсальне джерело енергії для всіх біохімічних процесів, що протікають в живих системах.



Гідроліз макроергічних зв'язків молекули АТФ, супроводжується відщепленням залишків фосфорної кислоти і виділенням ~ 40 - 60 кДж/моль.

Кругообіг фосфору



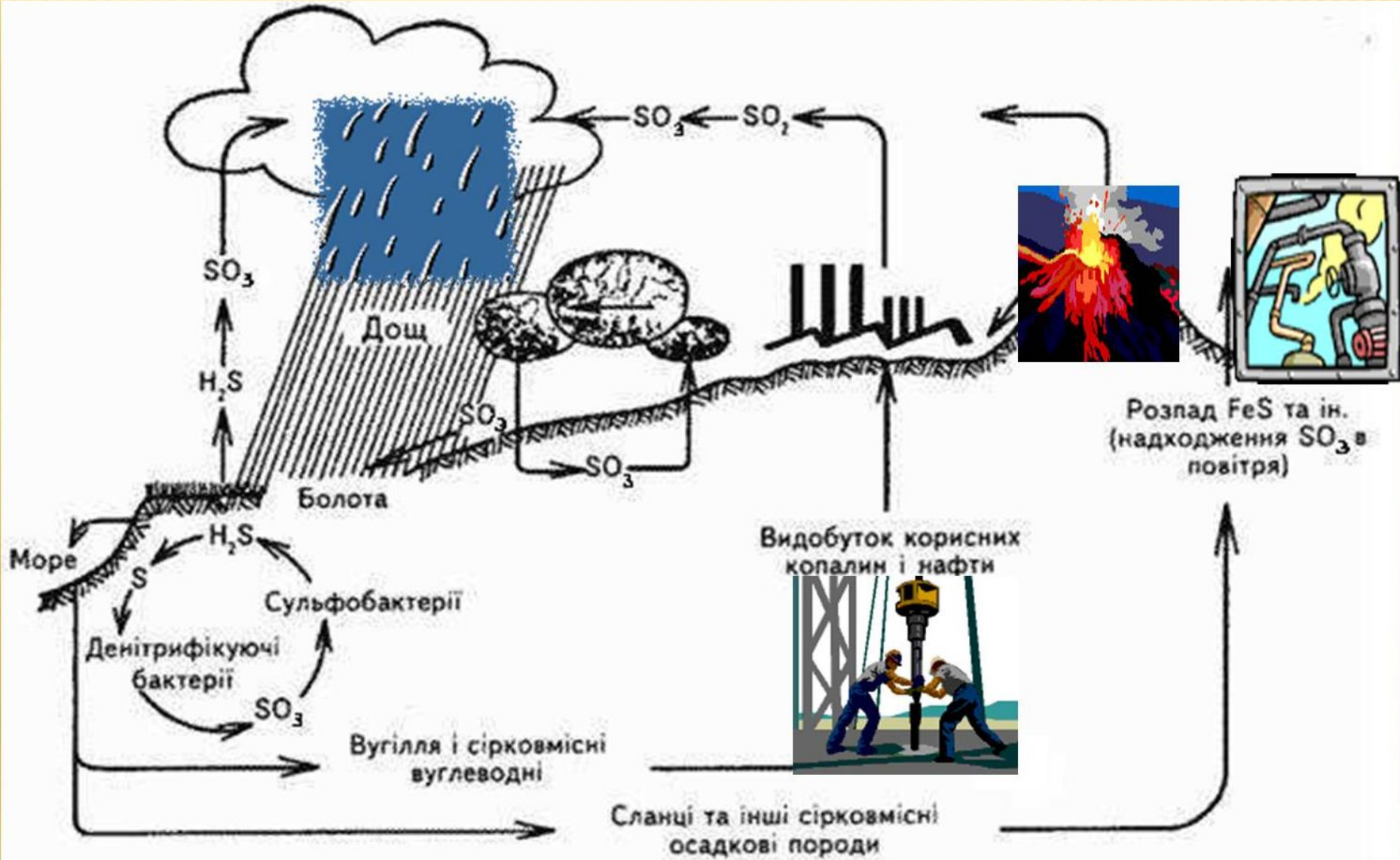
Особливості кругообігу фосфору

- ✓ Відсутність атмосферного переносу.
- ✓ Основне джерело - літосфера.
- ✓ Повернення фосфору в навколишнє середовище відбувається при розкладанні органічної речовини. Міграція фосфору можлива і за рахунок водної та вітрової ерозії.
- ✓ Тенденція до накопичення в кінцевих водоймах стоку.
- ✓ Біогеохімічний цикл фосфору значно менше замкнутий та майже незворотний.

Вплив антропогенного чинника на кругообіг фосфору

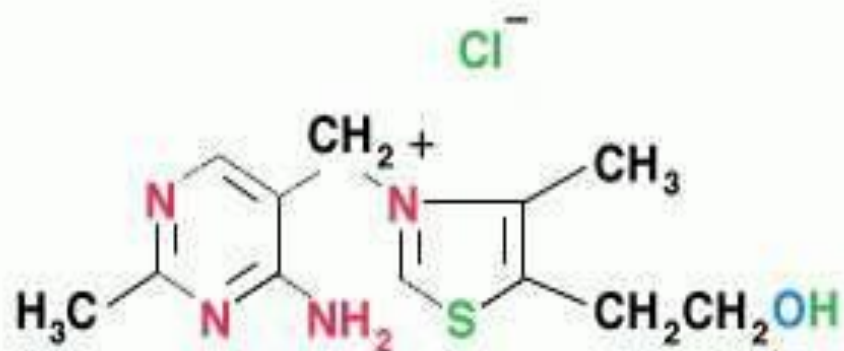
- ✓ Видобування фосфоровмісних порід, велика частина яких після використання в різних галузях людської діяльності вимикається з кругообігу.
- ✓ Внесення до ґрунту фосфорних добрив, значна частина яких змивається та сприяє евтрофікації водойм.
- ✓ Рибальство, в наслідок якого на сушу повертається близько 6000 т / рік елементарного фосфору.
- ✓ Забруднення навколишнього природного середовища сполуками фосфору в складі промислових і побутових стоків.

Кругообіг сульфуру

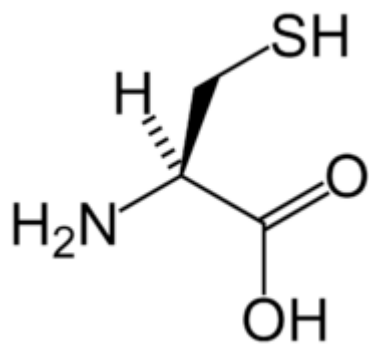


Основний фонд сульфуру

- ✓ Атмосфера: у вигляді оксидів, H_2S , розчиненого SO_4^{2-} в атмосферних опадах, летючих органічних похідних сірки.
- ✓ Суша: в складі живої речовини.
- ✓ Гідросфера: в світовому океані в розчиненому вигляді (у вигляді сульфатів) та у складі живого речовини.
- ✓ Літосфера: в гранітному шарі і осадовій оболонці у вигляді сульфідів і сульфатів.



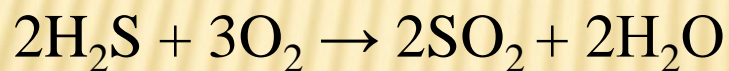
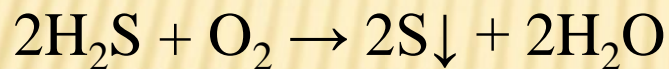
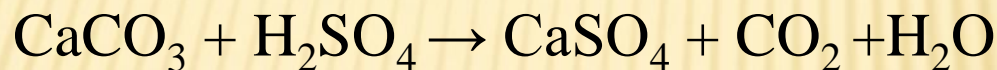
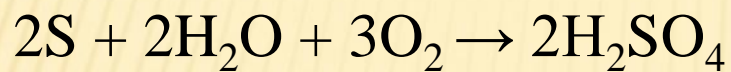
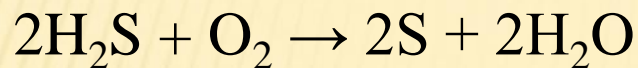
ТІАМІН (вітамін В1), сульфурвмісний водорозчинний вітамін - бере участь в процесах обміну вуглеводів, білків і жирів. Забезпечує нормальний ріст, підвищує рухову і секреторну діяльність шлунка, нормалізує роботу серця.



Цистеїн (α -аміно- β -тіопропіонова кислота; 2-аміно-3-сульфанілпропанова кислота) - амінокислота. L-Цистеїн входить до складу білків і пептидів, бере участь в процесах формування тканин шкіри.



Кругообіг сульфуру



Основні характеристики кругообігу сульфуру

- ✓ великий резервний фонд у ґрунті та відкладеннях та менший - в атмосфері;
- ✓ ключова роль в швидкому обмінному фонді належить спеціалізованим мікроорганізмам;
- ✓ різноманіття форм знаходження, обумовлене переходом із сульфідних форм в сульфатні та назад, в залежності від зміни окислювально-відновних умов;
- ✓ регулювання кругообігу сірки в глобальному масштабі здійснюється в результаті взаємодії повітря, води і ґрунту.

У природному кругообігу сірки окислювальні та відновлювальні процеси збалансовані. Кругообіг сірки є ключовим в процесі утворення та розкладання біомаси, тому що регулює кругообіг біогенних речовин (фосфору).



Вплив людини на кругообіг сульфуру

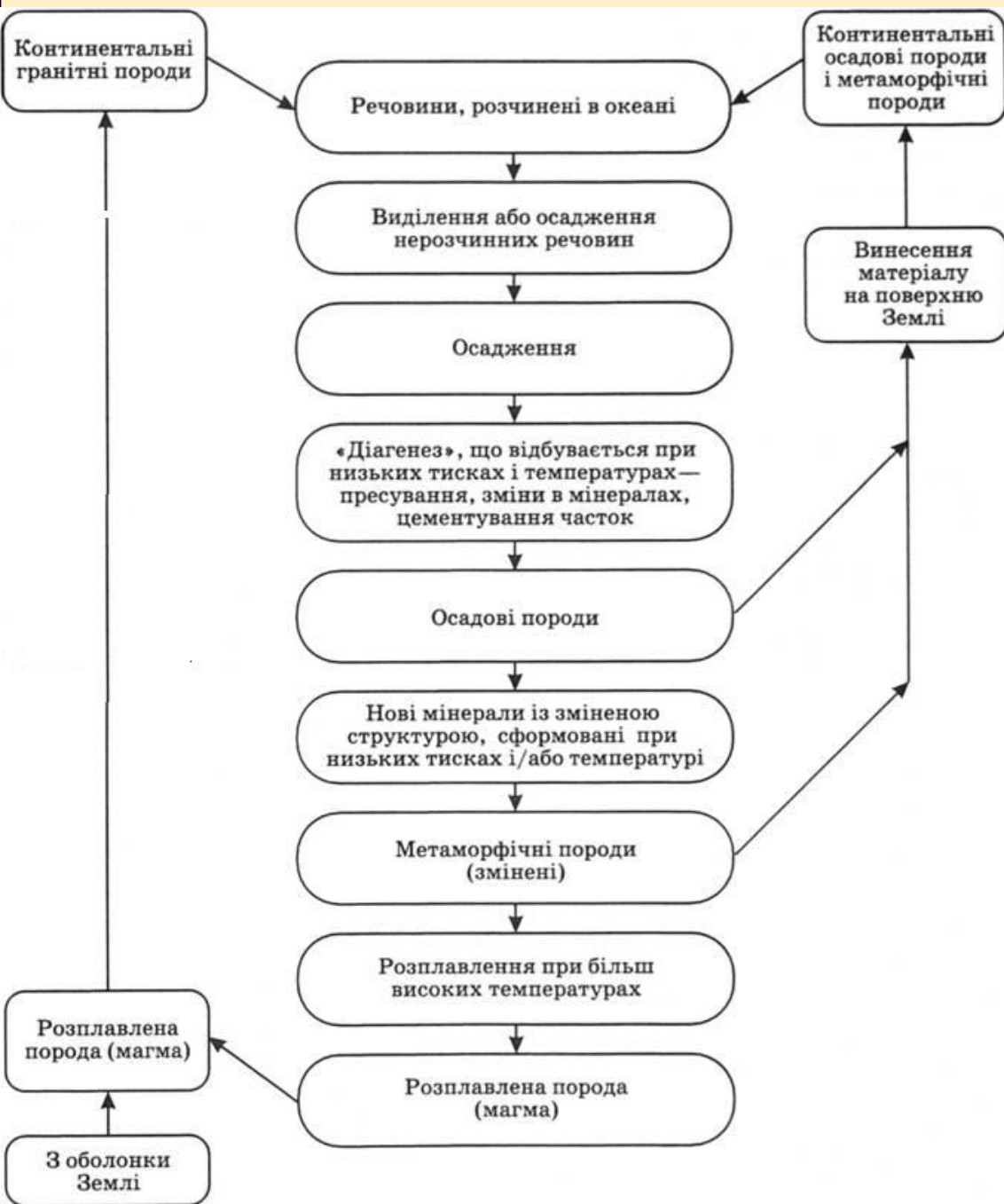
- ✓ Переважання окислювальних процесів (при виплавці металів з сульфідних руд, у виробництві сірчаної кислоти сульфідні переводяться в сульфати).
- ✓ Техногенний потік сірки в атмосферу пов'язаний з емісією сірчистих газів при спалюванні мінерального палива і виплавки металів.
- ✓ Забруднення природних вод розчинними сполуками сірки пов'язано зі стічними водами підприємств хімічної, гірничої та металургійної промисловості, а також змивом добрив.

Кругообіг біогенних елементів

Макроелементи: *калій, кальцій, магній, натрій* необхідні у великих кількостях (в сотих частках сухої речовини).

Мікроелементи: *залізо, бор, цинк, мідь, марганець, молібден, кобальт, аніон хлору* необхідні в малих кількостях (в мільйонних частках сухої речовини).

Джерело біогенних елементів (катионів) - ґрунт, який отримує їх в процесі руйнування материнських порід.



Геохімічні процеси, що відбуваються під час геохімічних циклів за Р. О'Неїлом

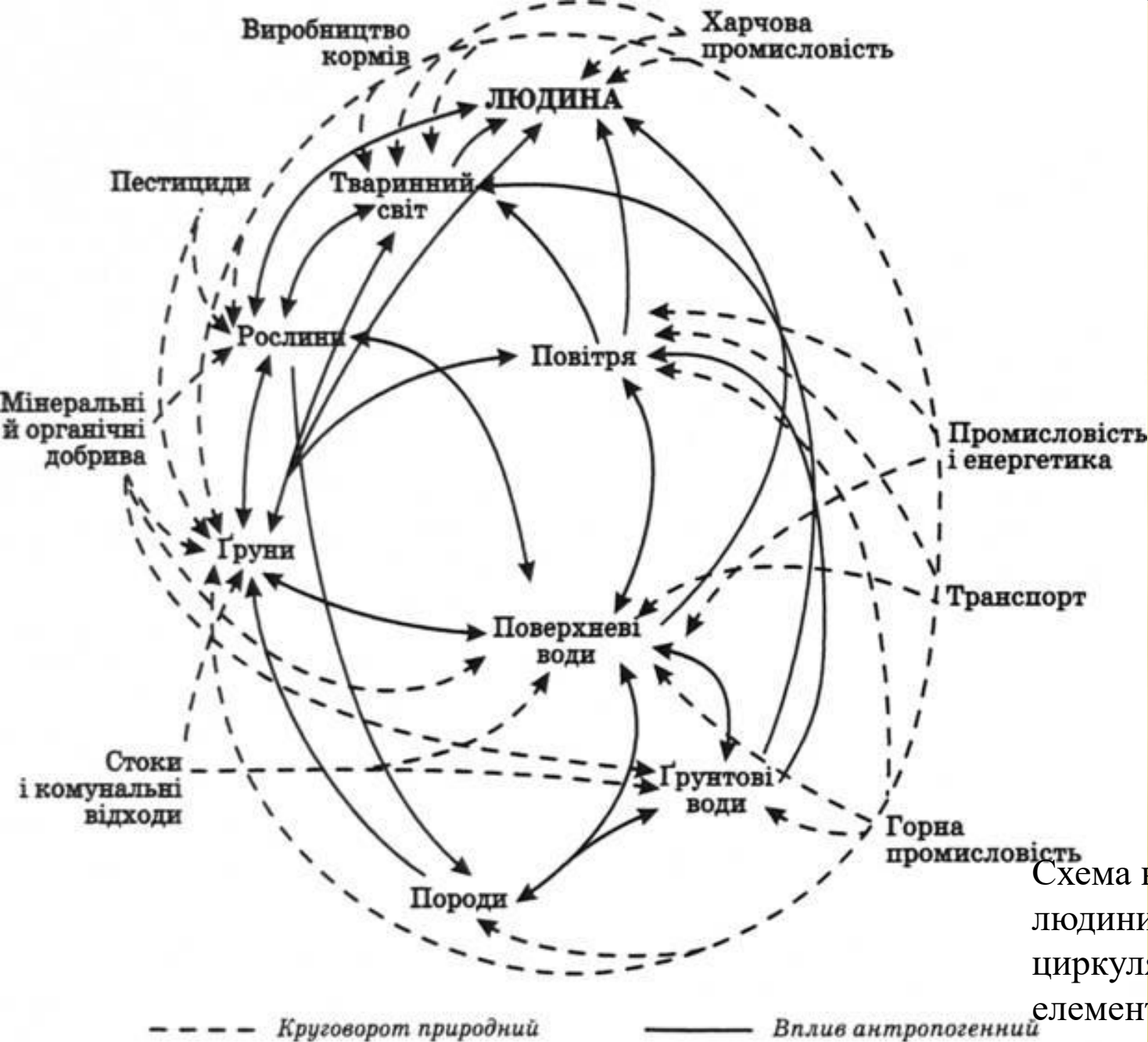


Схема впливу діяльності людини на природну циркуляцію слідових елементів в природному навколишньому середовищі за А. Кабатю-Пендіас

Ресурсний цикл

Ресурсний цикл - сукупність перетворень і переміщень певної речовини або груп речовин на всіх етапах використання його людиною (виявлення, вилучення з природного середовища, переробка, використання, повернення в природу).

Природні цикли речовин - замкнуті, ресурсний цикл як кругообіг практично не замкнутий (тому що використані речовини не повертаються в місця їх вилучення).

Видобуток, перевезення природних ресурсів супроводжується витратами енергії, засобів, що позначається на якість навколишнього середовища.

Забруднення середовища дають природні ресурси!

Забруднення середовища - це природні ресурси, які опинилися не на своєму місці.

Сировина

Виробництво

Експлуатація

**Утилізація
Вторинні відходи**

Відходи



Біогенний кругообіг речовин	Ресурсний цикл
Джерело енергії	
Джерело сонця	Механічна енергія, енергія палива
Участь природних факторів	
Продуценти, консументи, редуценти	Слабке. Використовуються технологічні процеси, продукти переробки не мінералізуються.
Стабільність	
Стабільний	Нестабільний, залежить від тривалості циклу, методів експлуатації, повторного використання та ін.
Замкнутість	
Практично повна	Не замкнутий
Наявність відходів та втрат	
Відсутність втрат, практично безвідходність	Втрати та відходи на всіх стадіях циклу