



# **КУРС: ЕКОЛОГІЯ ЕКОСИСТЕМ**

## **ЛЕКЦІЯ 7. ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕКОСИСТЕМ: ЕНЕРГЕТИКА ТА ПРОДУКЦІЙНІ ПРОЦЕСИ**

# ГОЛОВНІ ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОЗНАКИ ЕКОСИСТЕМИ

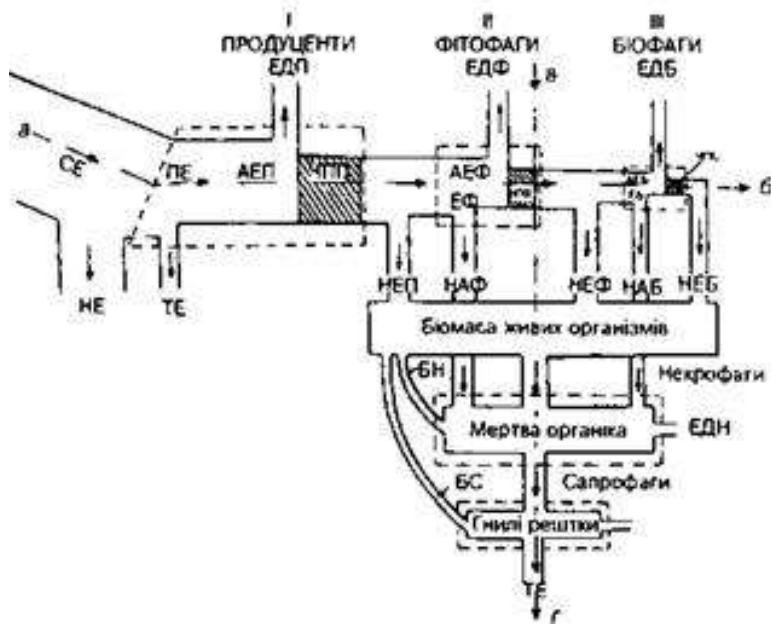
- засвоєння й трансформація енергії,
- продукування органічної маси,
- переміщення речовинно-енергетичних ресурсів уздовж трофічних ланцюгів,
- деструкція мертвої органіки й біотичний колообіг (біогеохімічні цикли),
- постійні динаміка, розвиток та еволюція,
- саморегуляція, стійкість і стабільність

# ЕНЕРГЕТИЧНА ФУНКЦІЯ

- Життя загалом існує завдяки **безперервному переносу енергії** вздовж вікових стадій розвитку організму (від зародка до ювенільних рослин, вегетативних і генеративних органів) і **вздовж трофічного ланцюга в екосистемі - від автотрофного блоку через травоїдних і хижаків кількох порядків до сапротрофів**, на рівні котрих відбувається остаточне розсіювання енергії (перетворення енергії хімічних сполук у теплову) і включення вивільнених хімічних елементів у наступне коло біотичного колообігу. Слід при цьому звернути увагу й на те, що частина потенційної хімічної енергії, синтезованої протоплазмою, може зберігатися в ґрунті у вигляді гумусових речовин і в літосфері у вигляді біогенних корисних копалин. Важливо й те, що, на відміну від циклічного руху речовин в екосистемі, **енергія рухається в одному напрямі**. Вона проходить через екосистему, у зв'язку з чим її рух можна характеризувати як "потік енергії" в екосистемі.



# ЕНЕРГЕТИЧНА ФУНКЦІЯ

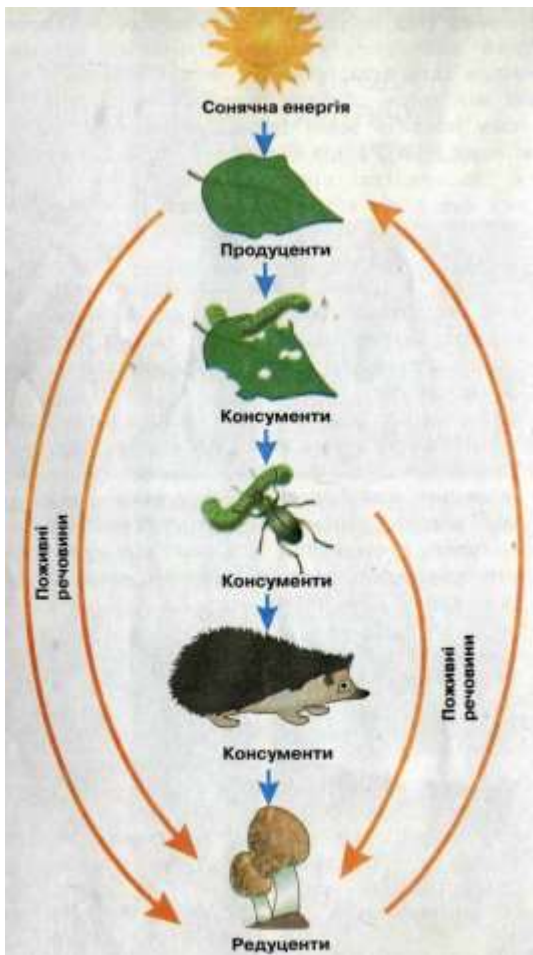


- Енергію, накопичену в чистому прирості продуцентів, використовує наступний трофічний рівень - фітофаги, започатковуючи пасовищний харчовий ланцюг перенесення енергії
- Екскременти фітофагів (НАФ) та біофагів (НАБ), відмерлі органи рослин, всохлі рослини і трупи тварин становлять мертву органічну речовину екосистеми, яка є джерелом енергії для детритофагів, копрофагів, некрофагів - організмів, що споживають падаль, різноманітні органічні залишки, та мікроконсументів - дрібних сапрофагів - переважно грибів і бактерій, які харчуються гнилою органікою. Всі вони влаштовані вздовж детритного ланцюга харчування

# ЕНЕРГЕТИЧНА ФУНКЦІЯ

- Наслідки досліджень свідчать про те, що травоядні тварини для підтримання своїх життєвих функцій використовують лише **1%** спожитої з рослинною масою енергії. Ефективність використання енергії на наступних трофічних рівнях становить приблизно 10%. (Це явище було описане Р.Ліндеманом під назвою "Закон 10%").
- Таким чином, якщо зелені рослини протягом дня акумулюють у своєму тілі  $5000 \text{ кДж} \cdot \text{м}^{-2}$  сонячної енергії, то в тканинах фітофагів її може накопичуватися лише близько 50, консументів другого трофічного рівня (хижаків) - 5, а консументів третього трофічного рівня (хижаків другого порядку) лише  $0,5 \text{ кДж} \cdot \text{м}^{-2}$ . Іншими словами, передавання енергії з попереднього трофічного рівня на наступний супроводжується дуже низьким ККД. Через це в пасовищному трофічному ланцюгові рідко трапляється більше, ніж чотири трофічні рівні. Для наступних не вистачає енергії.

# ЕНЕРГЕТИЧНА ФУНКЦІЯ



# ПРОДУКТИВНІСТЬ

- Під **продуктивністю** розуміємо швидкість накопичування органічної речовини екосистемою чи будь-яким її структурним компонентом в одиницях маси або енергії на одиниці площі за одиницю часу. Терміном продукція означаємо кількість органічної речовини, накопиченої екосистемою або її структурним блоком в одиницях маси або енергії на одиницю площі.
- Розрізняють кілька видів продуктивності:
- 1) **валова первинна продуктивність**, або валова продуктивність автотрофного блоку (продуцентів) екосистеми - швидкість накопичення органічної речовини автотрофами в процесі фотосинтезу за одиницю часу на одиниці площі, включаючи й ту органічну речовину, яка на період визначення була витрачена на дихання;
- 2) **чиста первинна продуктивність** - швидкість накопичення органічної речовини в рослинних тканинах, яка використовується на забезпечення росту і розвитку, тобто без тієї кількості речовини, що була витрачена на дихання;
- 3) **вторинна продуктивність** - швидкість накопичення органічної речовини консументами на одиницю площі за одиницю часу.

# ПРОДУКТИВНІСТЬ

- ⦿ Для характеристики біопродукційних ознак в екосистемології вживають й інші терміни:
- ⦿ **біомаса** - кількість живої органічної речовини в екосистемі, накопиченої всією сукупністю рослинних, тваринних, грибних і бактеріальних організмів, *виражена в одиницях маси або енергії на одиницю площі*;
- ⦿ **фітомаса** - загальна маса всіх рослинних організмів екосистеми чи її структурних компонентів (фітоценозу, біогеогоризонту, біогеопарцели та ін.), *виражена в одиницях маси або енергії на одиниці площі*;
- ⦿ **зоомаса** - загальна маса всіх тварин екосистеми або її морфологічних (структурних) компонентів , *виражена в одиницях маси або енергії на одиниці площі*;
- ⦿ **міцеліальна, грибкова маса, бактеріальна маса**, маса окремих трофічних груп ґрунтової мікро- і мезофауни визначається так само, як маса названих у п.1-3 організмів;
- ⦿ **мортмаса** - загальна кількість мертвої органічної речовини, накопиченої в екосистемі, виражена в одиницях маси або енергії на одиниці площі; в її межах розрізняють *опад, відпад, підстилку; старіку; перегній або гумус*.
- ⦿ **загальна органічна маса** - сумарна маса живої (біомаса) і мертвої (мортмаса) органічної речовини в екосистемі, виражена в одиницях маси чи енергії на одиницю площі.

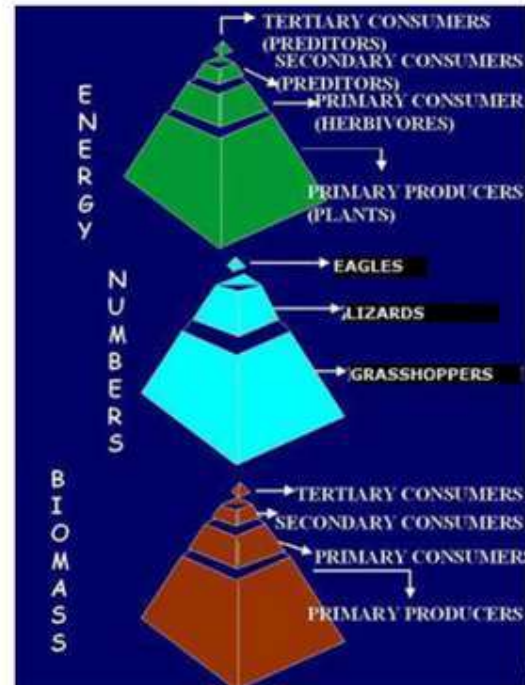
# ПРОДУКТИВНІСТЬ

- Співвідношення між масами чи енергіями окремих трофічних структур чи трофічних рівнів в екосистемі відображають за допомогою екологічних пірамід. Їх суть розкривають за допомогою числових або графічних зображень, що відбивають чисельність організмів (*піраміда чисельності*), величину мас органічної речовини на різних трофічних рівнях (*піраміда біомаси*) або кількість енергії, накопиченої в біомасі або чистій продукції (*піраміда енергії*) будь-якої екосистеми. В основу пірамід завжди кладуть показники першого трофічного рівня - продуцентів, над котрими розташовують дані наступних трофічних рівнів

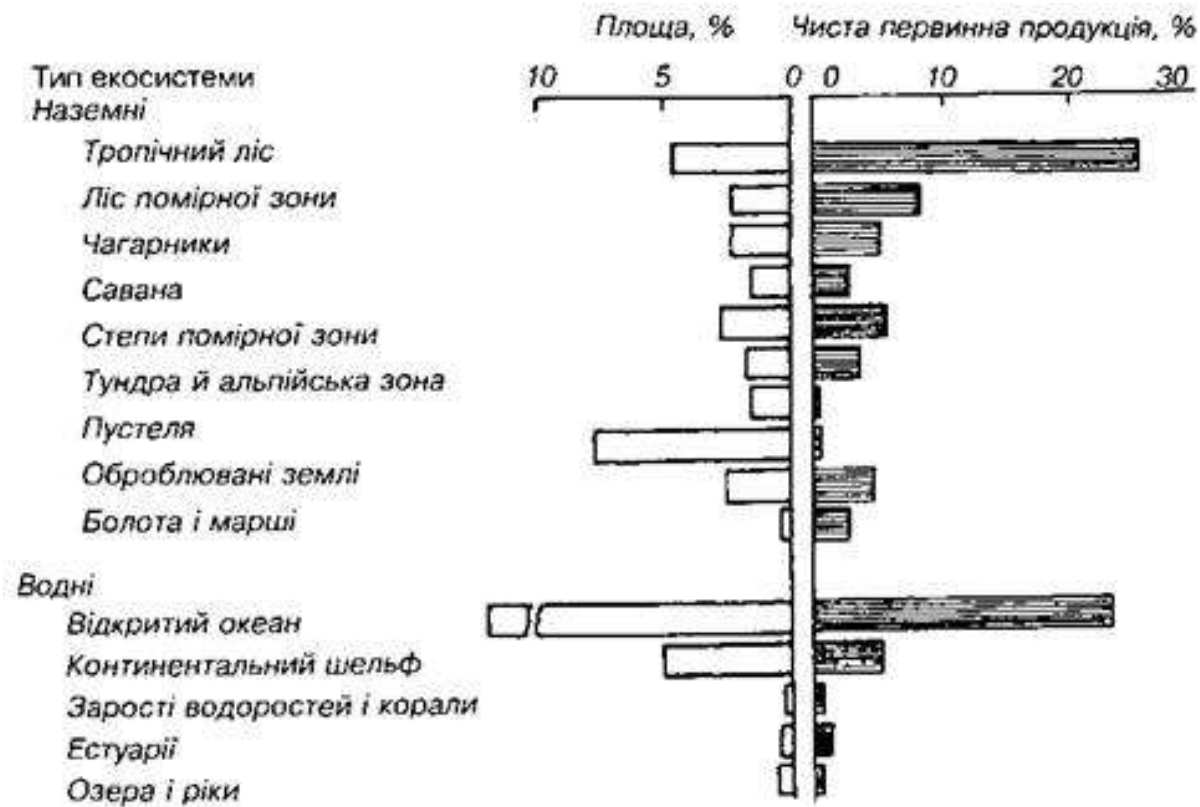
# ЕКОЛОГІЧНІ ПІРАМІДИ

## Типи екологічних пірамід

- ❖ *піраміда чисел* – відображає чисельність окремих організмів на кожному рівні;
- ❖ *піраміда біомаси* – кількість органічної речовини, синтезованої на кожному з рівнів;
- ❖ *піраміда енергії* – величина потоку енергії.



# ПРОДУКТИВНІСТЬ



# БІОТИЧНИЙ КОЛООБІГ

- ⦿ Біотичний колообіг є однією з найважливіших функцій екосистеми. На відміну від енергії, яка, проходячи через екосистему, розсівається у вигляді тепла і ніколи не використовується повторно, **хімічні елементи кружляють в екосистемі.**
- ⦿ Цей коловорот відбувається завдяки живим організмам. Автотрофи використовують ці елементи з фізичного середовища в процесі фотосинтезу і мінерального живлення, рослину масу частково поїдають гетеротрофи, частково вона у вигляді органічного детриту потрапляє до ґрунту, за допомогою редуцентів мінералізується і знову стає поживою для зелених рослин. Частина синтезованої органічної маси втрачається в процесі дихання живих істот, цим самим повертаються в біотичний колообіг основні біогенні газы. Та частина хімічних елементів, яка на певний час законсервована в горючих копалинах, повертається в колообіг після спалювання

# ПРИКЛАДИ КОООБІГІВ: ВОДА

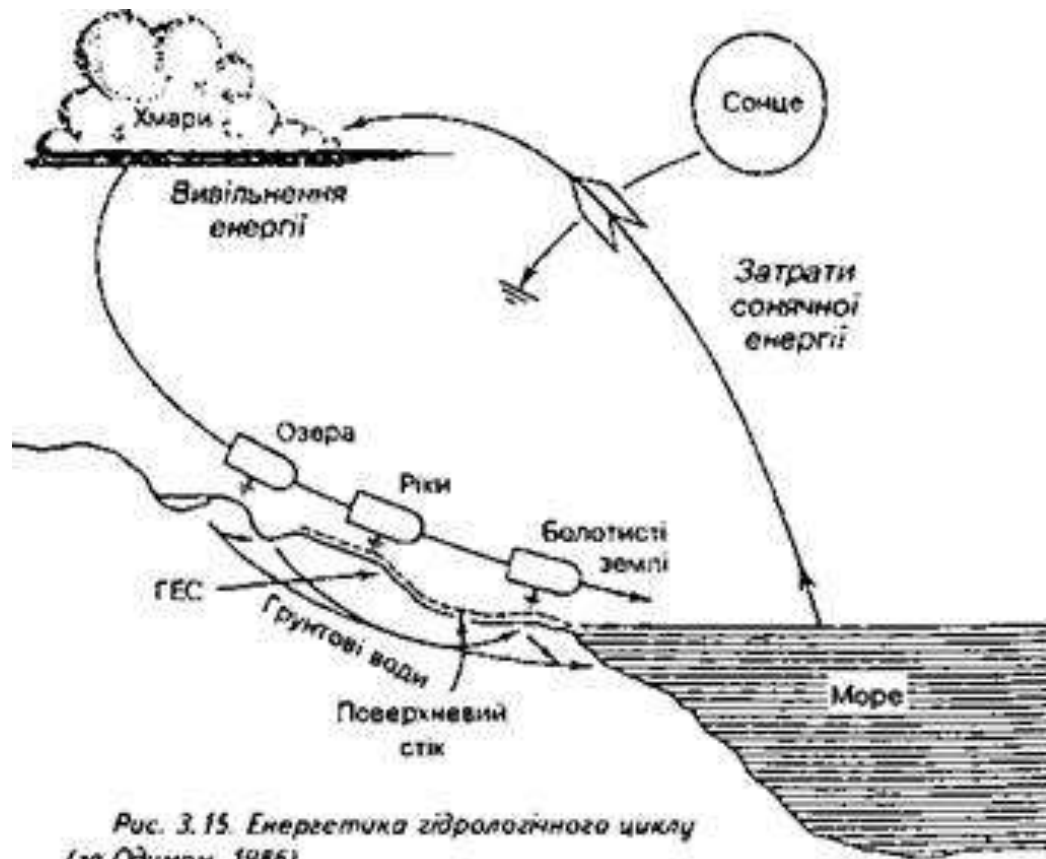
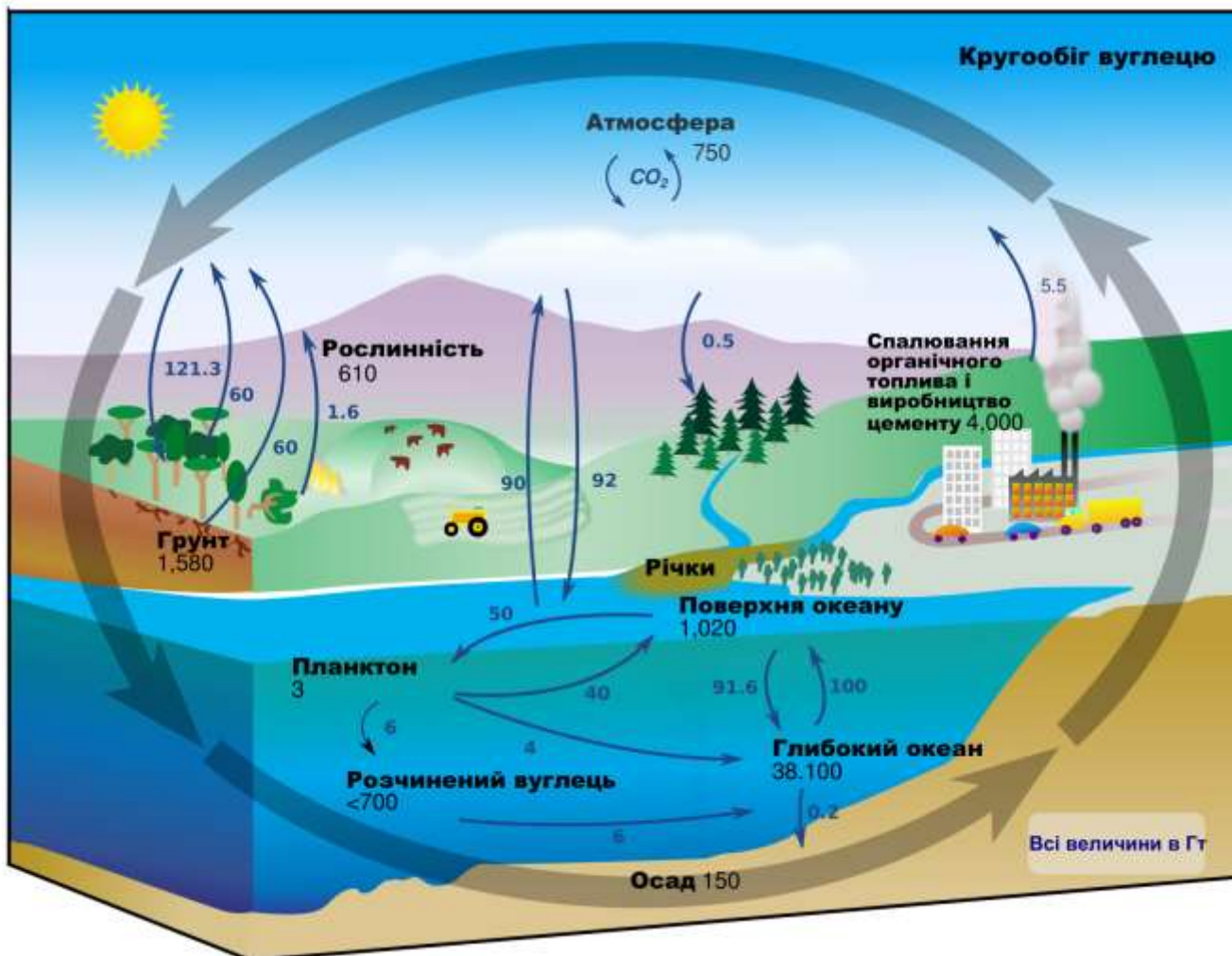
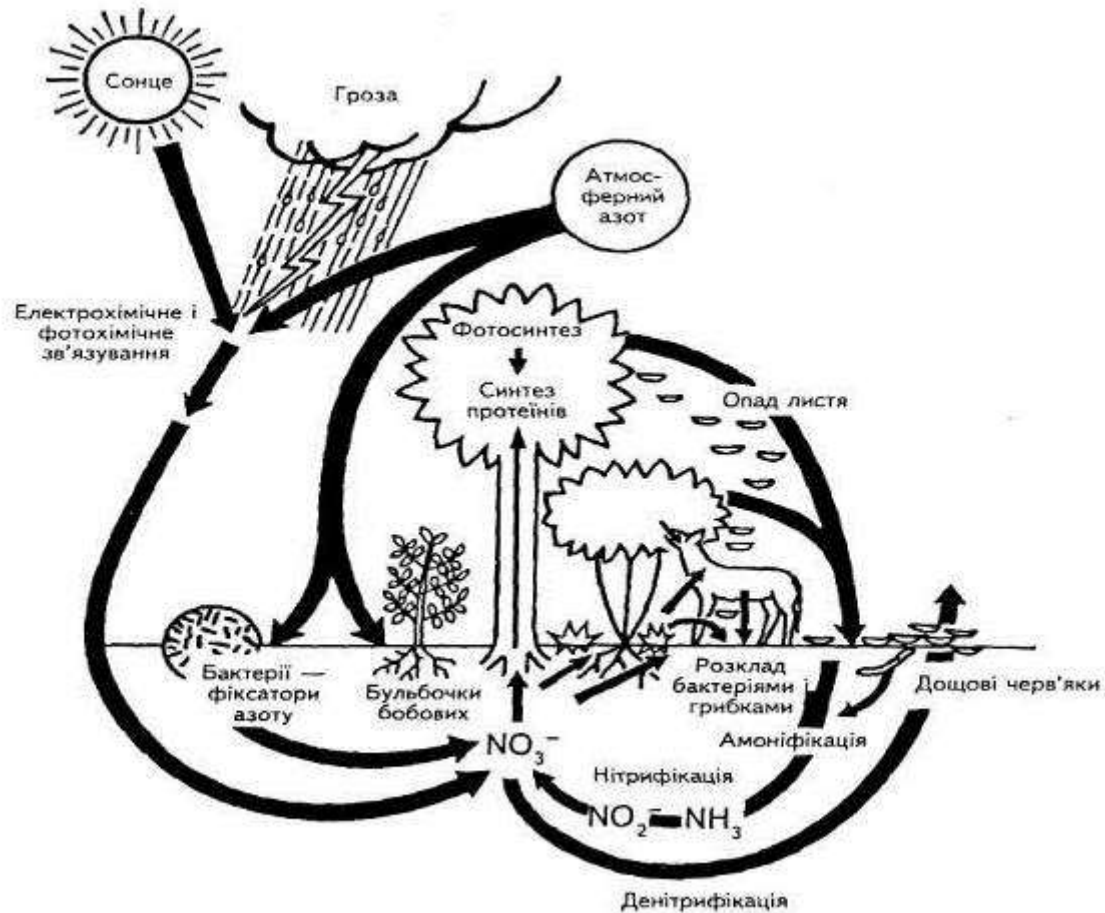


Рис. 3.15. Енергетика гідрологічного циклу  
(за Одумом, 1986).

# ПРИКЛАДИ КОООБІГІВ: ВУГЛЕЦЬ



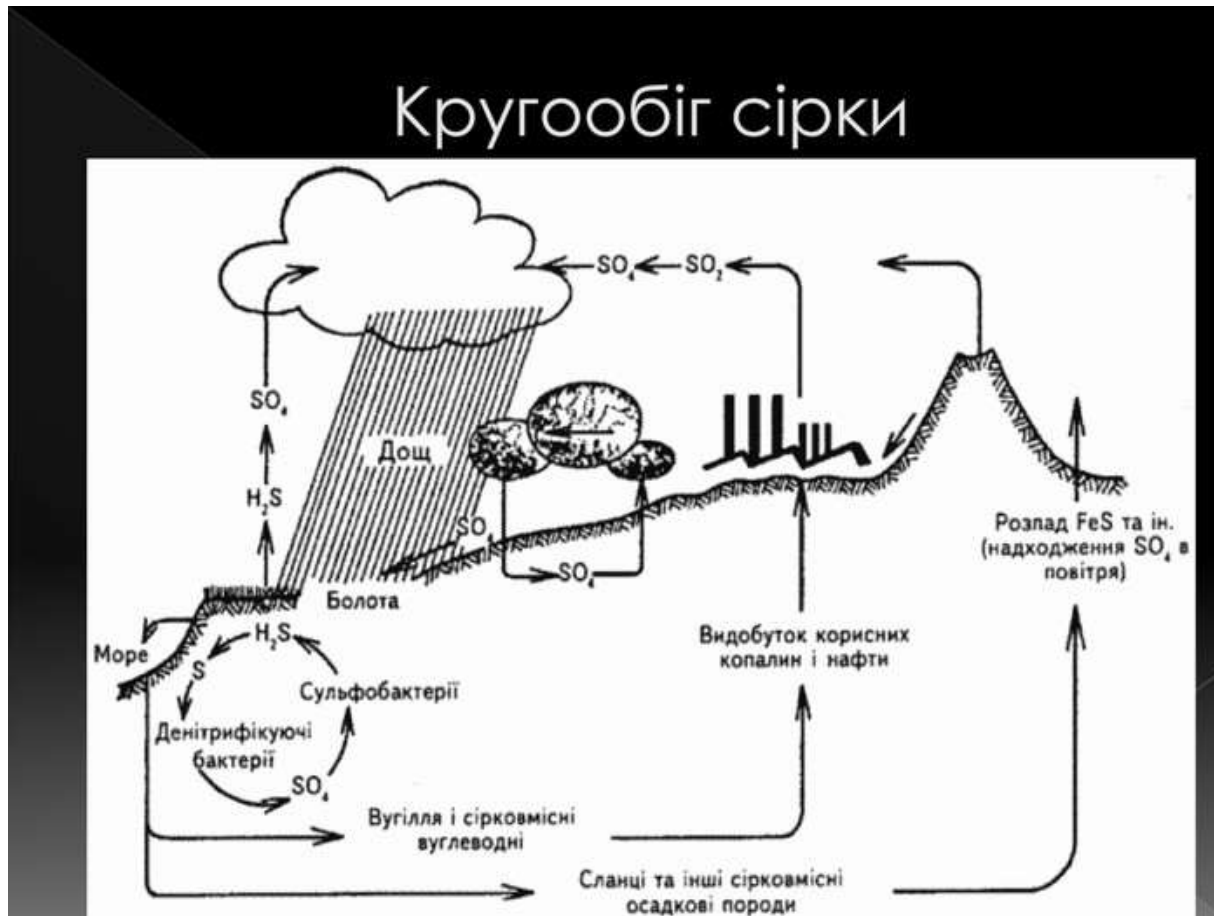
# ПРИКЛАДИ КОООБІГІВ: АЗОТ



# ПРИКЛАДИ КОООБІГІВ: ФОСФОР



# ПРИКЛАДИ КОООБІГІВ: СІРКА



# КОЛООБІГИ ІНШИХ РЕЧОВИН

- Поряд з основними біогенними елементами, в біогеохімічних циклах беруть участь не лише другорядні елементи. В біомасі нашого часу можна виявити наявність усіх без винятку відомих науці як природних, так і створених штучно елементів, чимала кількість яких є чужими для біосфери, отруйними і шкідливими для живих істот і людини. Сучасна індустріальна діяльність, металургійні заводи, гірничодобувна промисловість, викиди транспортних засобів, стічні міські і промислові води, тверді, рідкі й газоподібні відходи вносять глибокі зміни в природний біотичний колообіг, спричиняють появу великих біогеохімічних аномалій на поверхні Землі, є причиною різноманітних тератологічних проявів у природі, масових захворювань людей тощо