

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ  
ІМЕНІ ІВАНА БОБЕРСЬКОГО

Кафедра туризму

**Худоба В.В.**

Лекція № 3:

**“ БІОСФЕРА ТА ЇЇ ТЕРИТОРІАЛЬНА СТРУКТУРА ”**

Лекція з навчальної дисципліни

**“ЕКОЛОГІЯ”**

**Для студентів спеціальності 073 Менеджмент**

**“ЗАТВЕРДЖЕНО”**

на засіданні кафедри туризму

“\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2018 р.  
протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедри \_\_\_\_\_ проф. Волошин І.М.

ЛЬВІВ 2018

### Лекція 3. БІОСФЕРА ТА ЇЇ ТЕРИТОРІАЛЬНА СТРУКТУРА

1. Поняття про біосферу.
2. Структура біосфери, розподіл життя у біосфері.
3. Жива речовина. Геохімічна робота живої речовини.
4. Кругообіг речовини у біосфері.
5. Екологічні системи. Просторова структура екосистеми. Трофічні ланцюги в екосистемі.
6. Вчення про ноосферу.

#### Рекомендована література:

1. Білявський Т.А. Основи загальної екології / Т.А. Білявський, М.М. Падун, Р.С. Фурдуй. – К. : Либідь, 1995. – 368 с.
2. Екологія: основи теорії і практикум : навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Львів : „Новий Світ – 2000”. „Магнолія плюс”, 2003. – 296 с.
3. Злобін Ю.А. Загальна екологія : навч. посібник / Ю.А. Злобін, Н.В. Кочубей. – Суми : ВТД „Університетська книга”, 2003. – 416 с.
4. Кучерявий В.П. Екологія / В.П. Кучерявий. – Львів: Світ, 1999. – 320 с. (стор. 390-448).
5. Назарук М.М. Екологічний менеджмент. Запитання та відповіді : навч. посібник / М.М. Назарук, І.Б. Койнова. – Львів : Еней, 2004. – 216 с.
6. Основи екології та охорони навколишнього природного середовища : навч. посібник / Я.І. Бедрій, В.С. Джигирей, А.І. Кидисюк. – Львів, 1999. – 238 с.

#### 1. Поняття про біосферу.

До поняття “біосфера” (гр. *bios* – життя + *sphaira* - куля) близько підійшов французький біолог Ж.-Б. Ламарк (1802). Але сам термін “біосфера” вперше застосував австрійський геолог Е. Зюсс (1875). Він же виділив біосферу як окрему оболонку Землі, охоплену життям. Детально розробив вчення про біосферу академік В. І. Вернадський – перший президент Української Академії наук. Біосфера, за Вернадським, це оболонка Землі, де жива речовина відіграє

домінуючу роль, значно впливає на всі процеси, що в ній відбуваються. Вернадський (1934) дав таке визначення біосфери: *“Біосфера являє собою оболонку життя – область існування живої речовини”*.

В.І. Вернадський підкреслював відмінні особливості біосфери, зокрема:

- біосфера являє собою оболонку життя - ділянку існування живої речовини;

- біосферу можна розглядати як ділянку Земної кори, зайнятої трансформаторами, які переводять космічні випромінювання в діяльну земну енергію - електричну, хімічну, механічну, теплову і т.д.

Характерна особливість біосфери як "плівки життя" - це її гетерогенність, мозаїчність, причому, кожна окрема однорідна ділянка ("біогеоценоз", "екосистема") здатна до саморегуляції і повного самовідновлення біоти. Екосистеми перебувають у постійній взаємодії одна з одною, створюючи разом гігантський кругообіг речовин в межах біосфери.

Отже, **біосфера** - це оболонка Землі, яка включає частини атмосфери, гідросфери і літосфери, заселені живими організмами.

## 2. Структура біосфери, розподіл життя у біосфері.

Важливою особливістю біосфери є її злитість з іншими геосферами Землі. *Біосфера розміщена в межах атмосфери, гідросфери та частини літосфери.*

*Атмосфера* (гр. *atmos* – пар+ *sphaira* - куля) – газоподібна оболонка землі. Маса її –  $5,15 \cdot 10^{15}$  т (одна мільйонна частина маси Землі). Майже 75% маси атмосфери зосереджено у нижньому 10-кілометровому шарі, тобто у межах біосфери.

*Літосфера* (гр. *lithos* – камінь + *sphaira* - куля) – верхня тверда оболонка земної кулі. До літосфери входять земна кора та верхня частина мантії.

*Гідросфера* (гр. *hydor* – вода + *sphaira* - куля) – переривчаста водна оболонка Землі між атмосферою і земною корою, сукупність вод Землі: океани, моря, континентальні водойми (озера, річки) та льодові покриви. Гідросфера вкриває 71% земної поверхні – 363 млн. км<sup>2</sup>.

Біосфера простягається від нижньої частини озонового екрану атмосфери, що розташований на висоті 20-25 км над рівнем моря, до верхньої частини гірських порід суші та дна Світового океану. Верхня межа життя в атмосфері визначається ультрафіолетовою радіацією, яка зростає з висотою. Усе живе, піднімаючись вище озонового шару, гине. Нижня межа простягання біосфери лежить на 12 км вглиб суші та на 1-2 км нижче дна океану.

Аналізуючи наведені дані про нижню і верхню межі біосфери, а також фізико-хімічні умови, що їх визначають, вчені виділяють три групи життєзабезпечуючих факторів.

*По-перше*, це достатня кількість вуглекислого газу і кисню. На Гімалаях, наприклад, зелений покрив обмежений висотою 6200 м, де парціальний тиск вуглекислого газу нижчий, ніж на поверхні моря. Однак і там життя не припиняється: його підтримують деякі види павуків і комах, які живляться органічними рештками, занесеними сюди вітром.

*По-друге*, достатня кількість вологи, яка забезпечує нормальний хід ферментативних процесів.

*По-третє*, сприятливий термічний режим, який виключає або надто високі температури (зумовлюють звертання білка), або надто низькі (припиняють роботу ферментів). Найживучішими є прокаріоти - бактерії і ціанобактерії, їх можна зустріти в льодовиках Арктики, в скельних породах Антарктики, в гарячих джерелах з температурою до 98°C, а в підземних водах - і при 100°C.

Отже, потужність біосфери за вертикаллю в океанах охоплює всю товщу води і незначну донну плівку життя, а на континентах - тонкий надземний і потужний підземний шар. Уся земна поверхня нашої планети належить до біосфери, виключаючи, можливо, окремі високогірні ділянки, вкриті льодовиками та безводні пустелі.

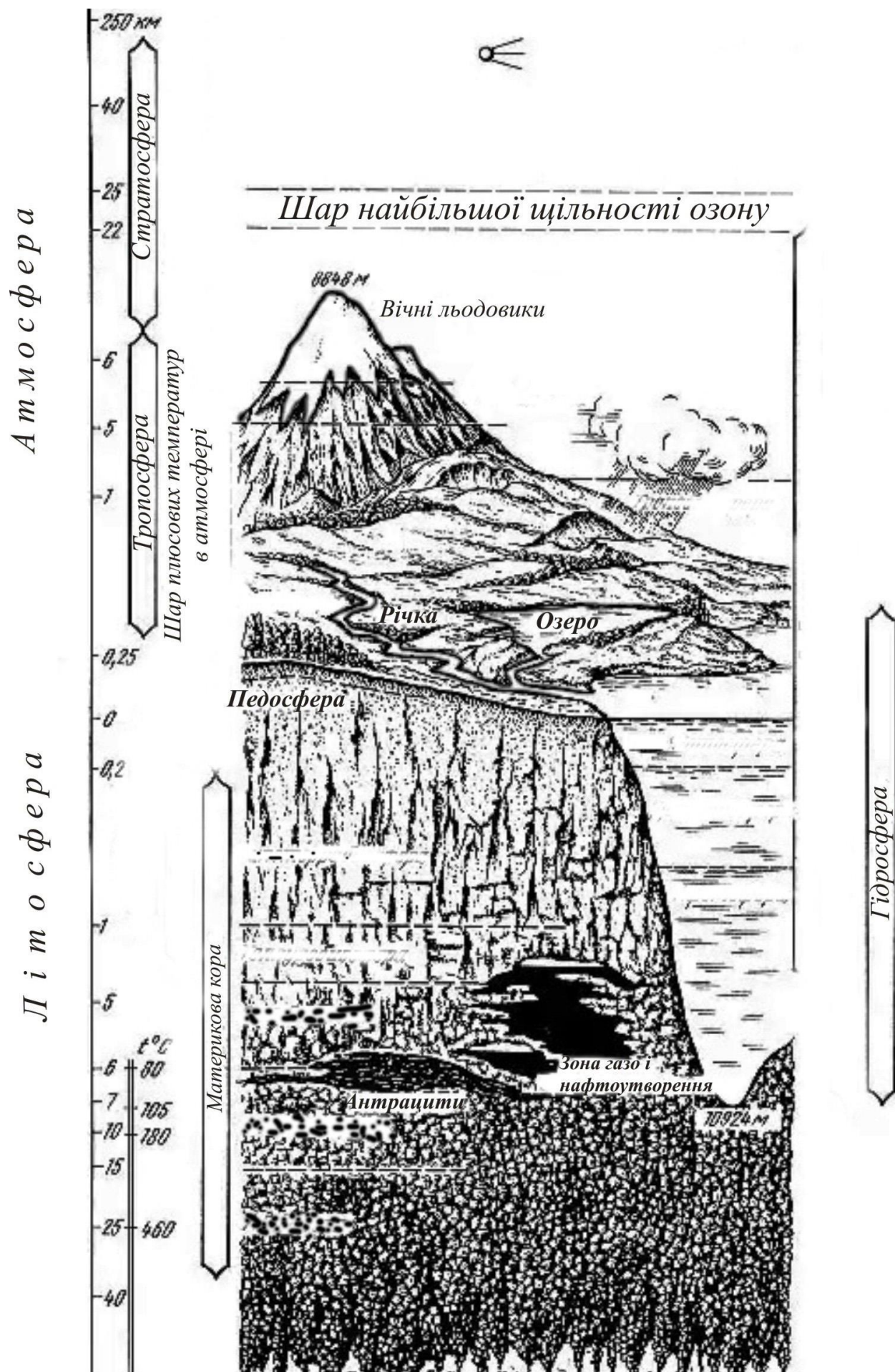


Рис. 1. Загальна структура біосфери

Найпродуктивнішим шаром суші є *Літосфера*, яка разом із водними біоценозами утворює активну плівку життя. До літосфери належать не лише біоценози, утворені на поверхні суші. Життя не обмежується лише поверхнею суші. Воно існує і в нижніх шарах літосфери, особливо в підземних водах.

Біосфера сформована з різних речовин. За *В.І.Вернадським*, виділяють шість головних речовин біосфери:

- Жива речовина, що представлена організмами різних видів.
- Біогенна речовина, що є продуктом життєдіяльності організмів (наприклад, кам'яне вугілля, торф).
- Нежива (косна) речовина, в утворенні якої живі організми не брали участі. Це, наприклад, гірські породи та мінерали.
- Біокосна речовина, що сформована за рахунок взаємодії живої та косної речовин. Основним видом біокосної речовини є ґрунт.
- Радіоактивна речовина.
- Космічна речовина (наприклад, метеорити).

*Отже, власне біосфера - це шар активного життя, глибина якого на суші становить близько 12 км, а в межах океану -17 км. Ця відстань значно менша, ніж передбачалося (20-22 і навіть більше). В середньому шар планетарного життя сягає всього близько 20 км. Якщо зіставити розміри космосу і земної антропосфери, це нагадує целофанову плівку, яку так легко пошкодити.*

### **3. Жива речовина. Геохімічна робота живої речовини.**

Еволюція біосфери тривала понад 3 млрд. років і відбувалася під впливом зовнішніх сил, таких як геологічні і кліматичні зміни й внутрішніх процесів, зумовлених активністю живих компонентів екосистеми.

Перші екосистеми, які існували на початкових етапах розвитку біосфери, були населені надзвичайно дрібними анаеробними гетеротрофами, які живилися органічною речовиною, синтезованою в ході абіотичних процесів. Лише бактерії і ціанеї (синьозелені водорості) могли існувати за таких умов. Ціанеї набули здатності до фотосинтезу. Пізніше виникли еукаріоти – ядерні

організми, потім колоніальні джгутикові. Вважають, що 1,6-1,5 млрд. років тому з'явилися багатоклітинні тварини, а 1,3-1,5 млрд. років тому – багатоклітинні рослини. Завдяки фотосинтезуючій діяльності зелених рослин, кількість вільного кисню і із водоймищ кисень перейшов в атмосферу, що створило перед основу утворення озонового екрану. Тільки після цього анаеробне дихання у живих організмів почало поволі замінюватися на аеробне.

Один мільярд років тому розпочалася дивергенція багатоклітинних тварин. Кисню на той час було вже 1% від теперішньої кількості. Близько 650 млн. років тому вміст CO<sub>2</sub> в океанічній воді зменшився, рН води досягла 7. За цих умов стало можливим утворення карбонатів, що сприяло появі скелета у безхребетних тварин. Півмільйона років тому з'явилися перші безщелепні і перші панцирні риби, а також перші наземні рослини. Озоновий екран Землі виник близько 400 млн. років тому, коли атмосфера вже мала 10% кисню від сучасного рівня. Виникнення озонового екрану дало можливість живим організмам освоїти сушу, почалося інтенсивне завойовування її рослинами і тваринами. Кліматична зональність виникла близько 135 млн. років тому.

Перші примітивні примати виникли 70-65 млн. років тому. Людина з'явилася 3,0-2,6 млн. років тому, а людина розумна - *Homo sapiens* – 70-50 тис. років тому. Як бачимо, розвиток біосфери носив незворотній характер.

Все живе в біосфері утворює живу речовину. Живі істоти Землі складають три типи організмів:

1. *Продуценти, або автотрофи*, - організми, що створюють органічну речовину з води, вуглекислого газу й мінеральних солей, використовуючи для цього сонячну енергію. У цю групу входять також зелені рослини. Їх на Землі налічується близько 350 тис. видів.

2. *Консументи, або гетеротрофи*, - організми, що отримують життєву енергію, харчуючись рослинами чи іншими тваринами. Це травоядні тварини, хижаки паразити, хижі рослини та гриби. Таких організмів на Землі найбільше – близько 1,5 млн. видів.

3. *Редуценти* – організми, що розкладають органічну речовину продуцентів і консументів до простих сполук – води, вуглекислого газу й мінеральних солей, замикаючи таким чином кругообіг речовин у біосфері.

Основна маса живої речовини, наявність якої відрізняє біосферу від інших геосфер, зосереджена в порівняно невеликому прошарку - *біостромі*. Біострома лежить на поверхні суходолу та охоплює верхні шари водойм. У цій зоні знаходиться 98% всієї живої речовини планети.

Хімічний елементарний склад живих організмів (за Вернадським – живої речовини) нашої планети характеризується перевагою небагатьох елементів – Н, С, О, N, P, S, які є головними елементами живої речовини і називаються вони біогенними. Але у складі живих організмів виявлені усі хімічні елементи таблиці Менделєєва. Атоми цих елементів створюють в живих організмах складні молекули у поєднанні з водою і мінеральними солями. Ці молекулярні структури представлені головним чином вуглеводами, білками, ліпідами та нуклеїновими кислотами. Біохімічні процеси, які здійснюються в організмах, представляють собою складні, організовані в цикли ланцюги реакції.

Жива речовина нашої планети існує у вигляді величезної кількості організмів зі своїми індивідуальними ознаками, різноманітністю форм та розмірів. Серед живих організмів є найдрібніші одноклітинні мікроорганізми і крупні багатоклітинні рослини і тварини. Розміри організмів коливаються від мікрометрів (бактерії) до десятків метрів. Гігантські рослини евкаліпти та секвої досягають висоти 150 м, сині кити мають довжину до 30 м і вагу до 150 т.

Населення біосфери дуже численне у видовому відношенні. Зараз на Землі існує понад 2 млн. видів організмів, з яких частина рослин – понад 500 000 видів, тварин - понад 1,5 млн. Весь світ живих організмів поділяється на дві великі систематичні групи – прокаріоти (бактерії) і еукаріоти (усі інші організми).

Органічний світ суші у видовому відношенні більш різноманітний, ніж органічний світ водного середовища. У світовому океані нині налічують



160 тис. видів тварин і рослин. Звідси витікає той факт, що умови для видоутворення на суші більш сприятливі, і що вихід організмів із води на сушу в геологічному минулому планети відкрив широкі можливості для прогресивної і прискореної еволюції. Маса живої речовини поверхні континентів у 800 разів перевищує біомасу Світового океану.

Унікальна роль живої речовини в біосфері полягає в її високій біогеохімічній активності. Жива речовина автотрофних організмів здійснює поглинання сонячної енергії та її перетворення в енергію хімічних зв'язків. Сукупна біогеохімічна активність живої речовини призвела до значної зміни газового складу атмосфери, в результаті чого атмосфера відновного типу перетворилася в атмосферу окислювального типу зі значним вмістом кисню. За рахунок діяльності біосфери на Земній кулі сформувався озоновий екран, який перехоплює більшу частину жорсткого космічного випромінювання та створює сприятливі умови життя на поверхні планети. Жива речовина змінила гірські породи та сприяла появі нових видів (вапняки та ін.). Життєдіяльність рослин, тварин та мікроорганізмів спричинила появу ґрунту.

Жива речовина планети є ініціатором та рушієм біогеохімічних циклів речовин. Велике значення в цьому має розмноження організмів, яке В.І. Вернадський називав «розтіканням» живої матерії, її «прагненням до всюдності».

#### **4. Кругообіг речовини у біосфері.**

Утворення живої речовини та її розклад — це дві сторони єдиного процесу, який називається *біологічним кругообігом хімічних елементів*. Життя — це кругообіг елементів між організмами і середовищем.

Причина кругообігу — обмеженість елементів, з яких будується тіло організмів. *Біологічний кругообіг* — це багаторазова участь хімічних елементів у процесах, які протікають у біосфері. У зв'язку з цим біосферу визначають як частину Землі, де протікають *три основних процеси: кругообіг вуглецю, азоту, сірки*, в яких беруть участь п'ять елементів (H, O<sub>2</sub>, C, N, S), що рухаються через

атмосферу, гідросферу, літосферу. У природі кругообіг здійснюють не речовини, а хімічні елементи. Ці 5 елементів рухаються і окремо, і в таких сполуках як вода, нітрати, двоокис вуглецю, двоокис сірки.

**Кругообіг вуглецю.** У біосфері вуглецю понад 12000 млрд т. Це пояснюється тим, що сполуки вуглецю безперервно виникають, змінюються і розкладаються. Кругообіг вуглецю відбувається фактично між живою речовиною та двоокисом вуглецю. Вуглекислий газ надходить в атмосферу за рахунок дихання всіх організмів. Друге його джерело – виділення по тріщинам земної кори з осадових порід завдяки хімічним процесам (Рис. 2).

У процесі фотосинтезу, здійснюваного рослинами, двоокисом вуглецю вуглекислий газ і вода за допомогою енергії сонячного світла перетворюються на різні органічні сполуки. Щорічно вищі рослини і водорості при фотосинтезі поглинають 200 млрд т вуглецю. Якби вуглець не повертався в атмосферу, його запас у ній (700 млрд т) швидко б вичерпався.

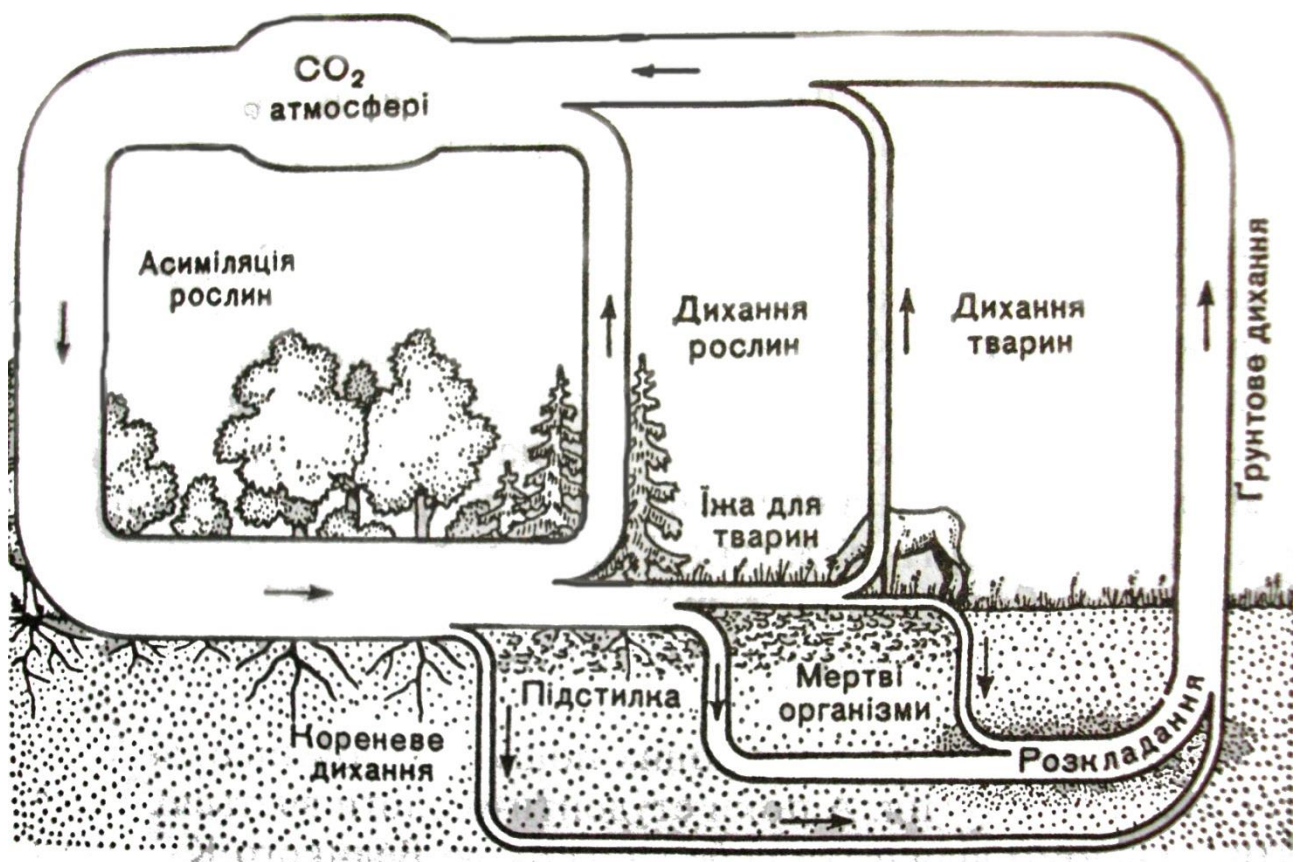


Рис. 2. Біологічний кругообіг вуглецю (за Б. Боліним, 1972)

Відмерлі рослини і тваринні організми розкладаються грибами і мікроорганізмами на  $\text{CO}_2$ , який теж повертається в атмосферу. Повний цикл обміну атмосферного вуглецю здійснюється за 300 років. Але частина вуглецю вилучається у вигляді торфу, нафти, вугілля, вапняку, мармуру, викопних відкладів і осадових порід. Кількість  $\text{CO}_2$  в атмосфері не зменшується, його запаси постійно збільшуються за рахунок дихання, бродіння, вирубування лісів, розорювання ґрунтів, згоряння. Зі збільшенням вмісту  $\text{CO}_2$  в атмосфері пов'язана глобальна екологічна проблема – потепління клімату або парниковий ефект.

**Кругообіг кисню.** Кисень атмосфери накопичений за рахунок фотосинтезу. Щорічно лісові масиви виробляють 55 млрд. т кисню. Він використовується живими організмами для дихання і бере участь в окисних реакціях в атмосфері, літосфері й гідросфері. Циркулюючи через біосферу, кисень перетворюється то на органічну речовину, то на воду, то на молекулярний кисень. Накопичення кисню в атмосфері планети розпочалося ще з докембрію. Надалі концентрація кисню зросла й досягла сьогодні 21%.

Збільшення кисню в атмосфері в далекі геологічні часи можна розглядати як величезну екологічну катастрофу. Оскільки більшість прокаріотів кембрію та палеозою не була пристосована до підвищення концентрації кисню, то вони звільнили місце для інших таксонів.

Весь наявний запас кисню оцінюється в  $1,6 \cdot 10^{15}$  т. Зелені рослини можуть відтворити його за 10 000 років (Н.М. Чернова, О.М. Білова, 1986).

Кисень атмосфери кожні 2 тис. років проходить через живу речовину біосфери. За час свого існування людство безповоротно втратило близько 273 млрд т кисню. У наш час щорічно на спалювання вугілля, нафтопродуктів і газу витрачається величезна кількість кисню. Інтенсивність цього процесу збільшується щороку.

**Кругообіг азоту.** Кругообіг азоту це один із найбільш швидких кругообігів речовин. Реалізується він в основному за рахунок діяльності різних груп живих організмів і, в першу чергу, при активній участі мікробів. Основним

джерелом азоту є газоподібний азот атмосфери. Його зв'язування здійснюється вільно існуючими азот фіксаторами.

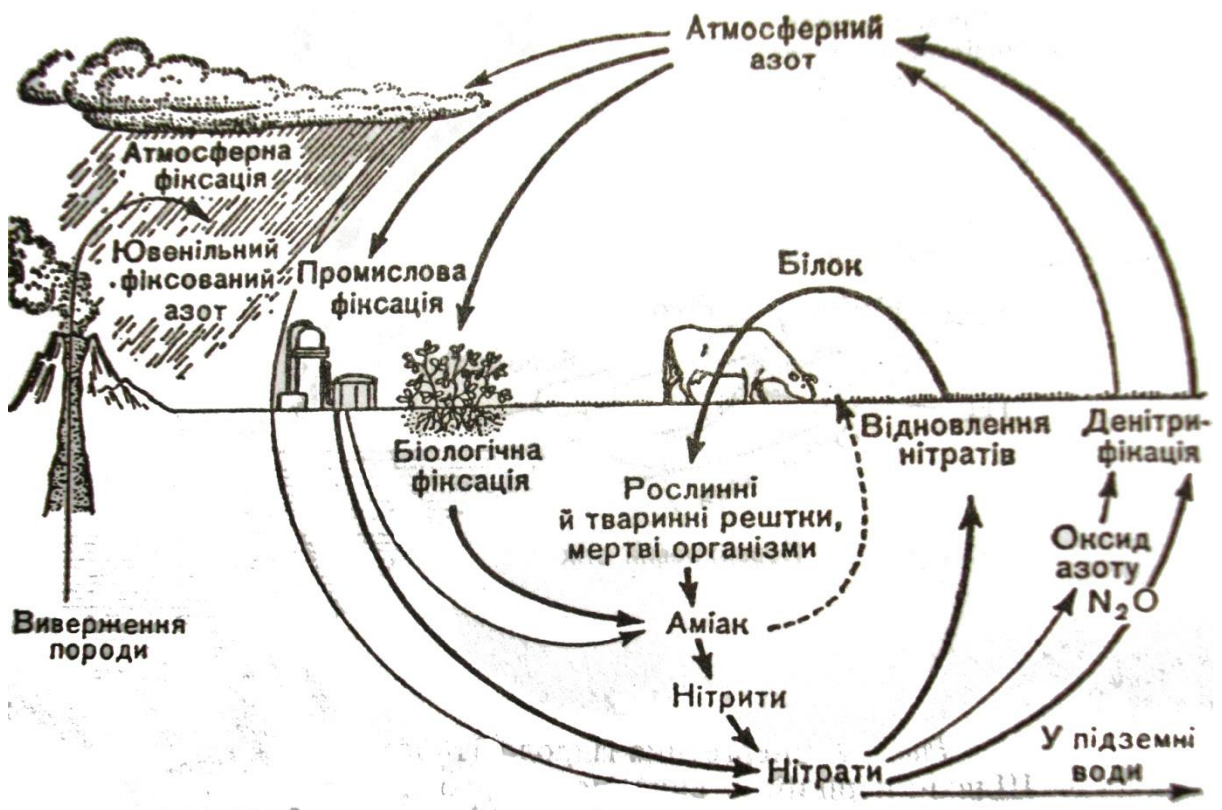


Рис. 3. Кругообіг азоту в біосфері (за К. Данилевичем, 1972)

Органічні речовини, які вміщують зв'язаний азот, мінералізується за рахунок амоніфікацій та нітратифікацій, що робить доступним для вищих рослин нітратний та амонійний азот. Загальні оцінки фіксації атмосферного азоту суперечливі і в середньому для планети складають від 100-170 мг/м<sup>2</sup> в рік до 1-20 гр/м<sup>2</sup> на рік. Це відповідає приблизно 126 млн. тонн азоту в рік.

В антропогенну епоху на кругообіг азоту великий вплив має виробництво синтетичних азотних добрив. Воно полягає у зв'язуванні азоту повітря та поетапного його перетворення спочатку в аміак, потім в азотну кислоту, необхідну для отримання нітратів. Цей процес став широкомасштабним та залучив у біохімічний цикл азоту з атмосферного депо велику його кількість.

З усіх синтетичних мінеральних добрив азотні добрива вимагають найбільш енергетичних витрат при їх виробництві і тому є найдорожчими. Однак в сільському господарстві не розроблені технології безвідходного

застосування азотних добрив. Нітрати не повністю використовуються культурними рослинами і суттєво забруднюють ґрунтові води та водойми.

Головна причина прискорення — використання фосфору в добривах, що призводить до евтрифікації — надудобрення. При евтрифікації відбувається бурхливе розмноження водоростей — "цвітіння" води. Це призводить до зменшення кількості розчиненого у воді кисню. Продукти обміну водоростей знищують рибу та інші організми. Сформовані екосистеми при цьому руйнуються. Індустрія і двигуни внутрішнього згоряння викидають в атмосферу щорічно багато нітратів і сульфатів. Потрапляючи на землю разом з дощами, вони засвоюються рослинами.

**Кругообіг води.** Вода покриває 3/4 поверхні Землі. За одну хвилину під дією сонячного тепла з поверхні водойм Землі випаровується 1 млрд т води. Після охолодження пари утворюються хмари, випадає дощ і сніг. Оподи частково проникають у ґрунт. Ґрунтові води повертаються на поверхню землі через коріння рослин, джерела, насоси тощо. Діапазон швидкостей циркуляції води дуже великий: вода океанів поновлюється за 2 млн років, ґрунтова вода — за рік, річкова — за 12 діб, пара в атмосфері — за 10 діб. Двигуном кругообігу є енергія Сонця.

Щорічно для створення первинної продукції біосфери використовують при фотосинтезі 1 % води, що потрапляє у вигляді опадів. Людина тільки для побутових і промислових потреб використовує 20 мм опадів — 2,5 % загальної їх кількості за рік.

## **5. Екологічні системи. Просторова структура екосистеми. Трофічні ланцюги в екосистемі.**

Термін і поняття екосистеми введені в науку англійським вченим А. Тенслі у 1935 р. *Екосистема* – це будь-якого розміру комплекс організмів і компонентів неживої природи, у якому здійснюється кругообіг речовин і каскадний процес передачі енергії. Екосистема завжди складається з

угруповань організмів (біоценозу) і території, зайнятої цим угрупованням – біотопу. Незалежно від розміру і вигляду екосистема складається із одних і тих самих блоків – виробників органіки, організмів – споживачів органіки, організмів руйнівників, або мінералізаторів, органіки і блоку природно-кліматичних умов. Таким чином, екологічна система є сукупність живих істот, пов'язаних між собою трофічними зв'язками і неживих компонентів їхнього середовища, які залучаються ними в процесі взаємного обміну речовин та енергії.

Функціонально всі екосистеми однорідні: всі вони здійснюють однотипний процес трансформації енергії і кругообіг хімічних елементів через ланцюги живлення. Екосистема є структурно-функціональна одиниця біосфери.

Виділяють такі види екосистем: суходільні (болото, ліс, лука), водні (озеро, море, річка), природні і антропоекосистеми (сад, поле, город, теплиця). Розміри екосистем дуже варіюють. Залежно від зайнятого простору екосистеми ділять на мікроекосистеми (акваріум, велика довгоіснуча калюжа), мезоекосистеми (лука, ліс, ставок, болото, вирубка) і макроекосистеми (тайга, тундра, степ). Головне для екосистем не розміри, а можливість здійснення кругообігу хімічних елементів і каскадної передачі зменшуваного потоку енергії.

А. Тенслі вважав, що межа екосистеми визначається однорідністю рослинного угруповання. Межею елементарної екосистеми, як і біоценозу взагалі, є межа найменшого типу фітоценозу – межа рослинної асоціації. Переходи між екосистемами можуть бути різкими і чіткими (ліс – лука, ліс - озеро) – при різкій зміні ґрунтово-гідрологічних умов або стану речовин (суша - вода). Але частіше перехід між сусідніми екосистемами, поступовий, як правило, між ними є перехідні або прикордонні зони – екотони.

Екосистема завжди включає два компоненти – біоценоз і біотоп. *Біоценоз* це угруповання, сукупність популяцій живих істот, які заселяють більш-менш однотипну за умовами існування ділянку поверхні Землі (біотоп). Тобто, біоценоз – це фітоценоз (сукупність популяцій усіх видів рослин) + зооценоз

(сукупність усіх видів тварин) + мікробіоценоз (сукупність усіх бактерій) + мікоценоз (сукупність усіх видів грибів); вони спільно живуть і взаємопов'язані живленням – потоком речовин і енергії. Основу біоценозу утворює фітоценоз. Межа фітоценозу визначає не тільки межу біоценозу, але і біогеоценозу і екосистеми.

*Біотоп* (гр. *bios* – життя + *topos* - місце) – однотипна за абіотичними умовами ділянка земної поверхні. Біотоп має специфічні кліматичні (екотоп) і ґрунтові (едафотоп) умови. Він завжди заселений певною рослинною асоціацією. Це неорганічний компонент екосистеми; наприклад, мулисте дно моря, берег річки, схил балки, дно балки, скеля, дюна, піщаний берег моря.

*Екологічна ніша* – функціональне місце виду в екосистемі. Це не стільки територіальне розміщення виду в екосистемі, скільки специфічність способу життя організмів даного виду в угрупованні, зовнішній вияв його потреб, функціональної ролі виду в екосистемі. Еконіша багатомірна. Вона – комплекс елементарних ніш, з яких кожна задовольняє потреби відповідно до окремого фактора умов існування. Наприклад, у еконішу входить температурна ніша для розвитку, температурна ніша для існування, ніша вологості, ніша субстрату для пересування, ніша живлення, ніша розмноження та інші.

*Вертикальна просторова структура.* екосистема займає певний об'єм у біосфері, вона багатомірна. Вертикальна просторова структура, або ярусність – явище вертикального розташування екосистеми на структурні частини (яруси). Ярусність – це розподіл угруповання на різновисокі елементи; в ній, в першу чергу, виявляється пристосування рослин до сумісного існування. Формування ярусності рослин відбувається під дією градієнту освітлення і факторів, зв'язаних з освітленістю – вологістю, температурою. Завдяки ярусності збільшується кількість рослин на одиниці площі, повніше використовуються ресурси місця зростання, підвищується загальна продуктивність екосистеми. Найчастіше ярусність виявляється в лісових екосистемах.

Оскільки в кожному ярусі живуть певні гетеротрофи, ярусність є характерною рисою не лише автотрофної частини біоценозу, де відбувається



фотосинтез, всмоктування мінеральних речовин, накопичення органічних сполук, а й усього угруповання екосистем. Кожен ярус має специфічний мікроклімат і власну фауну. Яруси зв'язані між собою функціонально-трофічними ланцюгами і сітками.

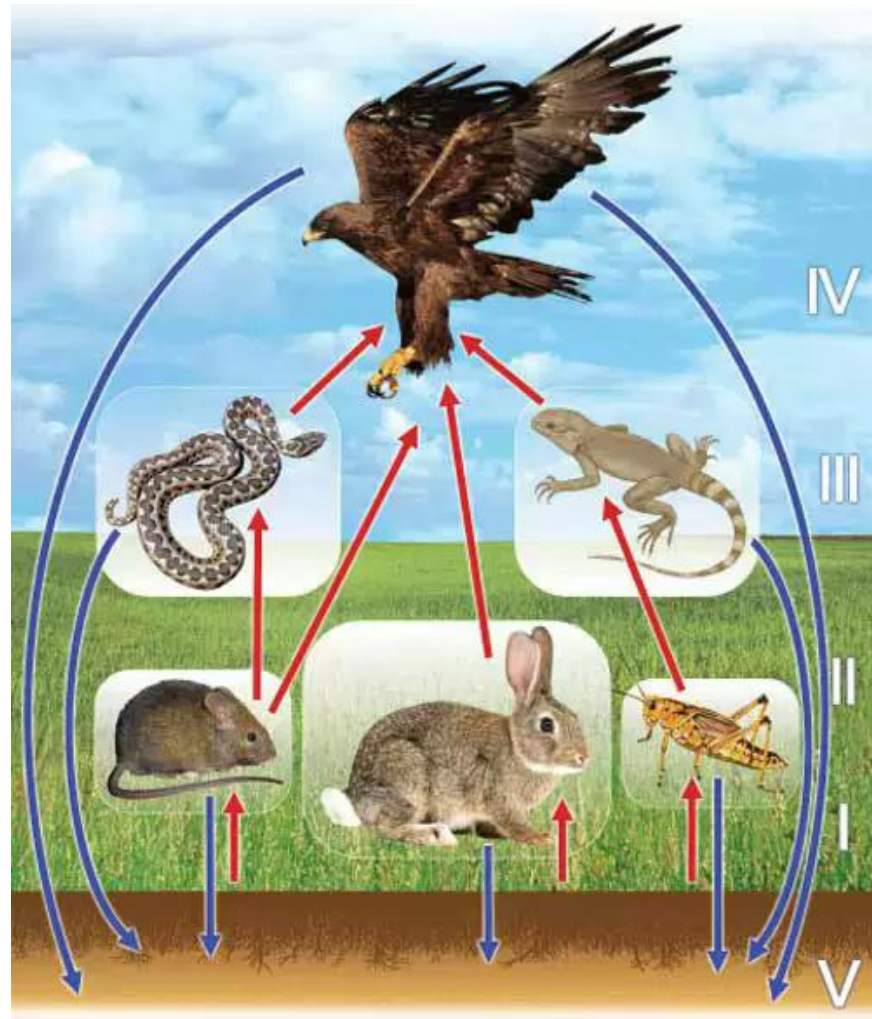
*Горизонтальна просторова структура* екосистеми визначається мозаїчністю зовнішніх умов середовища. Мозаїчність – нерівномірність у розподілі живих істот по біотипу – залежить переважно від ґрунтово-кліматичних умов, які в першу чергу діють на автотрофів. Рослини настільки чутливі до змін ґрунтово-кліматичних умов, що серед них види-індикатори. Так називають особин одного виду або біотичне угруповання, яким властива різко виражена пристосовуваність до певних умов, або спеціалізація до якогось фактора навколишнього середовища. Зміни, від місця до місця, рельєфу, ґрунтового і підґрунтового шару, глибини залягання ґрунтових вод надають екосистемі, як правило, вигляду строкатої мозаїки. У степу зоогенну мозаїку створюють ховрахи, байбаки, мурашки, де горби цих тварин займають до половини усїєї площі; ім. властивий специфічний набір рослин.

*Трофічні ланцюги.* Перенесення енергії від рослин до бактерій здійснюється шляхом поїдання одних організмів іншими, через трофічні ланцюги. Трофічний, або харчовий, ланцюг – це ряд популяцій видів, кожна попередня ланка якого служить їжею наступній ланці. Харчовий ланцюг, залежно від числа консументів різних порядків, включених у нього, може складатися з різної кількості ланок. Наприклад, конюшина і паразитуюча на ній повитиця та гнилісні бактерії, що розкладають повитицю – приклад ланцюга з трьох ланок.

Місце кожної ланки у ланцюгу живлення визначає трофічний рівень. В екосистемі органічні речовини утворюються автотрофними організмами, які в свою чергу служать кормом для гетеротрофів. Кожен компонент трофічного ланцюга називається трофічним рівнем.

Основою для функціонування трофічного ланцюга є енергія Сонця, тобто зовнішнє джерело, енергія якого акумулюється всіма живими організмами.





**Рис. 4.** Трофічна структура біоценозу

Перший трофічний рівень представлений автотрофами, або як їх прийнято називати в екології, - *продуценти*. Це переважно нижчі та вищі рослинні організми. Продуцентами є не тільки фотосинтезуючі організми. Другий трофічний рівень представлений гетеротрофними організмами - *консументами*. В залежності від кількості енергії, яка акумулюється продуцентами, кількість рівнів консументів може бути різною. Саме консументи творять видову різноманітність системи. Отже, розрізняють консументів першого -, другого -, третього -, N - ного рівнів.

Серед консументів існує група організмів, які виділяються в окремий трофічний ряд, так як їх сукупність творить окремий трофічний ланцюг. До цієї

групи відносяться організми деструктори *редуценти*, послідовний ряд яких творить детритний харчовий ланцюг.

## 6. Вчення про ноосферу.

*Ноосфера* (гр. *noos* - розум + *sphaira* - куля) - якісно змінена і змінювана людством біосфера. Термін належить Е. Леруа (1927) і П. Тейяру де Шардену. В. І. Вернадський запозичив його, однак надав поняттю ноосфери інший зміст і тлумачення.

У золотий фонд світової науки увійшла робота В.І. Вернадського “Декілька слів про ноосферу”. В цій праці йдеться, що під впливом розвитку науки і пізнання біосфера має стати ноосферою, тобто цариною розуму, де панують закони мудрості й гармонії. Отже, за Вернадським *ноосфера* — це середовище суспільного розвитку, сфера розуму, це перетворена розумною людською діяльністю біосфера: «Ноосфера є нове геологічне явище на нашій планеті. У ній вперше людина стає найбільшою геологічною силою. Вона може і повинна перебудувати своєю працею і думкою область свого життя...». Ноосфера виникла разом із людством.

Виникнення людського суспільства явилось результатом тривалого розвитку живого в межах біосфери. В межах біосфери виникла спочатку сфера первісної діяльності людського суспільства, яку можна назвати антропосферою. Початок її обумовив розселенням людини по усій поверхні суші в результаті використання вогню. Оволодівши вогнем, людина стала відносно незалежною від клімату і заселила усі континенти, окрім Антарктиди. Але антропосфера неминуче переходить в ноосферу – сферу свідомої діяльності. «Якраз невіддільність людства від біосфери вказує на головну мету в побудові ноосфери. Вона полягає у збереженні того типу біосфери, в якому виникла і може існувати людина як вид, зберігаючи своє здоров’я» (Н. Ф. Реймерс, 1980).

Після Вернадського накопичився і продовжує накопичуватися величезний фактичний матеріал по біосфері, по господарській діяльності людського суспільства.