

Лекція_5

БІОСФЕРА ЯК ЖИВА ОБОЛОНКА ЗЕМЛІ

План:

1. Поняття про біосферу.
2. Структура біосфери. Жива речовина. Розподіл життя у біосфері.
3. Жива речовина. Геохімічна робота живої речовини.
4. Енергетичний баланс біосфери. Зміни енергетичного балансу біосфери, пов'язані з діяльністю людини.
5. Кругообіг важливих хімічних елементів у біосфері.
6. Стабільність біосфери. Ноосфера, управління біосферою.

1. Поняття про біосферу

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 дрібними анаеробними гетеротрофами, які живилися органічною речовиною, синтезованою в ході абіотичних процесів. Потім відбувався, за образом висловом *Ю. Одума*, "популяційний вибух" автотрофних водоростей, який перетворив атмосферу із *відновлюваної в кисневу*.

Вперше термін "біосфера" - "сфера життя" - був використаний австрійським вченим *Едуардом Зюссом* ще в XIX столітті (1875). Однак він не дав визначення цього поняття. Сучасне його тлумачення, яке прийняте у всьому світі, належить українському вченому *В. І. Вернадському* - першому Президенту Української Академії наук. Наукові уявлення про біосферу як "живу оболонку" Землі вчений виклав у своїх лекціях, прочитаних у Карловому університеті в Празі та Сорбоні в Парижі протягом 1923-1924 рр. Згодом ці положення були узагальнені та зведені в книзі "Біосфера" (1926).

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

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.

Можна із впевненістю сказати, що глобальна екосистема в її основних рисах є саморегульованою, самоорганізованою. Екологи пояснюють самоорганізацію системи інформацією, яка пронизує екосистему. Вона міститься в живих організмах, в їхньому генетичному коді і здатності адаптуватися до змін умов середовища.

Отже, саморегулювання екосистеми забезпечується живими організмами.

Такий підхід дає підстави вважати біосферу централізованою кібернетичною системою, оскільки в ній один елемент (підсистема) - живі організми - відіграє домінуючу, центральну роль у функціонуванні системи в цілому.

Ю.Одум (1986) наводить витяг із однієї з американських програм (програма збереження генетичних ресурсів, керівник Девід Кофтон, Каліфорнія), в якій викладена точка зору вчених з приводу глобальної загрози втрати видового різноманіття: *"Біологічне різноманіття тварин, рослин і мікроорганізмів являє собою фактор фундаментальної важливості для виживання людства"*.

2. Структура біосфери. Жива речовина. Розподіл життя у біосфері

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

Загальна протяжність біосфери за радіусом Землі складає близько 40 км. Вона 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. Нижня межа простягання біосфери лежить на 23 км вглиб суші та на 1 - 2 км нижче дна океану.

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 % усієї живої речовини планети.

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

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

Розглянемо основний компонент біосфери більш детально.

Жива речовина. Унікальна роль живої речовини в біосфері полягає в її високій біогеохімічній активності. Жива речовина автотрофних організмів поглинає сонячну енергію та перетворює 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 Оксигену.

Жива речовина планети є ініціатором та рушієм біогеохімічних циклів речовин. Велике значення в цьому має розмноження організмів, яке В.І. Вернадський назвав "розтіканням" живої матерії "прагненням до повсюдності"

В 1931 р. була видана стаття *В.І. Вернадського "Про межі біосфери"*.

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 та Оксигену.

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).

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

Властивості живої речовини.

1. Жива речовина біосфери характеризується величезною вільною енергією, яку можна було б порівняти хіба що з вогненным потоком лави, але енергія лави недовговічна.

2. У живій речовині, завдяки присутності ферментів, хімічні реакції відбуваються в тисячі, а деколи і в мільйони разів швидше, ніж у неживій. Для життєвих процесів характерне те, що одержані організмом речовина та енергія переробляються і віддаються ним у значно більших кількостях. Наприклад, маса комах, яких з'їдає синиця за день, дорівнює її власній масі.

3. Індивідуальні хімічні елементи (білки, ферменти, а деколи й окремі мінеральні сполуки тощо) синтезуються лише в живих організмах.

4. Жива речовина намагається заповнити собою весь можливий простір.

5. Жива речовина проявляє значно більшу морфологічну і хімічну різноманітність, ніж нежива. В природі відомо понад 2 млн. органічних сполук, які входять до складу живої речовини, тоді як кількість мінералів неживої речовини становить близько 2 тис., тобто на три порядки нижче.

6. Жива речовина представлена дисперсними тілами - індивідуальними організмами, кожний з яких має свій власний генезис, свій генетичний склад. Розміри індивідуальних організмів коливаються від 20 нм у найдрібніших до 100 м (діапазон понад 10^9). Найбільшими з рослин вважаються секвої, а з тварин - кити. На думку Вернадського, мінімальні і максимальні розміри організмів визначаються граничними можливостями їх газового обміну з середовищем.

7. Будучи дисперсною, жива речовина ніколи не трапляється на Землі в морфологічно чистій формі, наприклад у вигляді популяційного виду. Вона може існувати лише у вигляді біоценозу: "...навіть простенький біоценоз якогось сухого соснячка на пісочку є угрупованням, яке складається приблизно із тисячі видів живих організмів" (Тимофєєв-Рисовський).

8. Принцип Реді (флорентійський академік, лікар і натураліст, 1626–1697 рр.): "все живе з живого" - є відмінною особливістю живої речовини, яка існує на Землі у формі безперервного чергування поколінь і характеризується генетичним зв'язком з живою речовиною всіх минулих геологічних епох. Неживі абіогенні речовини, як відомо, надходять до біосфери або з космосу, або ж виносяться порціями з оболонки земної кулі. Вони можуть бути

аналогічні за складом, але генетичного зв'язку у них немає.

9. Жива речовина в особі конкретних організмів, на відміну від неживої, здійснює впродовж свого історичного життя грандіозну роботу. По суті, лише біогенні речовини метабіосфери - це інтеграл маси живої речовини Землі за геологічний час, тоді як маса неживої речовини земного походження є постійною величиною в геологічній історії: 1 г архейського граніту і сьогодні залишається 1 г тієї ж речовини, а та ж сама маса живої речовини, тобто 1 г, протягом мільярдів років існувала за рахунок зміни поколінь і весь цей час виконувала геологічну роботу.

Головні функції живої речовини в біосфері:

- 1) **газова** - поглинає й виділяє газу;
- 2) **окислювально-відновна** - окислює речовини за допомогою організмів у ґрунтах та гідросфері з утворенням солей, оксидів тощо та відновлює речовини (сірководень, сірчане залізо та ін.);
- 3) **концентраційна** - жива речовина захоплює хімічні елементи (Гідроген, карбон, нітроген, кисень, натрій, марганець, магній, алюміній, фосфор, кремній, калій, сульфур, ферум). Наслідком цієї функції організмів є утворення покладів горючих копалин, вапняків, рудних родовищ;
- 4) **нагромаджувальна** - нагромадження окремими видами йоду та інших елементів;
- 5) **біохімічна** - пов'язана з живленням, диханням та розмноженням, руйнуванням і гниттям відмерлих організмів. Внаслідок діяльності бактерій у земній корі утворилися поклади вапняків, руд тощо;
- 6) **енергетична** - пов'язана з накопиченням енергії в процесі фотосинтезу, передачею її по харчових ланцюгах, розсіюванням;
- 7) **деструктивна** - це руйнування організмами і продуктами їх життєдіяльності решток органічної і неорганічної речовини. Основний механізм цієї функції пов'язаний з колообігом речовин;
- 8) **транспортна** - пов'язана з перенесенням речовини та енергії в результаті активного руху організмів (міграції тварин, птахів);
- 9) **середовищеутворююча**, з цією функцією пов'язана зміна фізико-хімічних характеристик середовища. Результатом цієї функції є все природне середовище, яке створене живими організмами і підтримується ними у стабільному стані;
- 10) **інформаційна** - проявляється в тому, що живі істоти накопичують певну інформацію, закріплюють її в спадкових структурах і передають наступним поколінням.

Усі ці функції виявляються в біогенній міграції атомів. Внаслідок виконання таких функцій жива речовина біосфери з мінеральної основи створює природні води і ґрунти. Вона створила в минулому і підтримує в стані рівноваги атмосферу. За участю живої речовини відбувається процес вивітрювання, і гірські породи включаються в геохімічні процеси.

Усі рослинні й тваринні організми складаються з тих самих елементів, що й тіла неживої природи, але в іншому співвідношенні. В клітинах знайдено близько 90 елементів періодичної системи *Д. Менделєєва*. Найбільше (98%) у клітинах Гідрогену, Оксигену, Карбону і Нітрогену. Вміст калію, натрію,

кальцію, магнію, заліза, сірки, фосфору і хлору в клітинах складає десяти та соті частки відсотка (їх називають *макроелементами*), а цинку, міді, йоду, фтору, бромю, срібла і т.д. - ще менше.

Елементи, вміст яких не перевищує в клітині 0,01%, називаються *мікроелементами*. Однак це не означає, що вони менш потрібні організмові, ніж інші. Встановлено, що за відсутності тих чи інших мікроелементів порушується обмін речовин між клітинами організму, а це призводить до різних захворювань. Усі хімічні елементи беруть участь у побудові організму у вигляді іонів або в складі молекул неорганічних чи органічних речовин. Серед неорганічних речовин важливе значення мають вода, мінеральні солі, кислоти, основи. Вода займає до 80 відсотків об'єму клітини і виступає в ній як внутрішній екологічний фактор - середовище, в якому є органоїди клітини, розчинник, каталізатор для реакцій обміну; створює електропровідність. В організмі вода виконує транспортну, провідну функцію, є регулятором температури. Вода в клітині перебуває у двох формах: вільній і зв'язаній. Завдяки зв'язаній воді клітина здатна витримувати низькі температури, її вміст у клітині приблизно 5%. 95% припадає на вільну воду, яка є прекрасним розчинником, а більшість хімічних реакцій проходять тільки в розчинах. Цікава і не до кінця вивчена властивість води зберігати інформацію. Очевидно, наші далекі предки знали про цю властивість, використовуючи воду при різних замовляннях.

Вміст хімічних елементів у клітині

| Елементи | Кількість, % | Елементи | Кількість, % |
|----------|-----------------|----------|-----------------|
| Оксиген | 65-75 | Кальцій | 0,04-2,00 |
| Карбон | 15-18 | Магній | 0,02-0,03 |
| Гідроген | 8-10 | Натрій | 0,02-0,03 |
| Нітроген | 1,5-3 | Залізо | 0,01-0,015 |
| Фосфор | 0,20-1,00 | Цинк | 0,0003 |
| Калій | 0,15-0,4 | Мідь | 0,0002 |
| Сульфур | 0,15-0,2 | Йод | 0,0001 |
| Хлор | 0,05-0,10 | Фтор | 0,0001 |

Більшість неорганічних речовин у клітинах міститься у вигляді солей - або дисоційованих на іони, або в твердому стані. Вміст катіонів і аніонів у клітині відрізняється від їхньої концентрації в навколишньому середовищі і регулюється клітинною мембраною. При загибелі клітини концентрація речовин у середовищі та цитоплазмі вирівнюється. Органічні речовини становлять 20-30% маси клітини. До них належать білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, жири, жироподібні речовини, АТФ та ін.

4. Енергетичний баланс біосфери. Зміни енергетичного балансу біосфери, пов'язані з діяльністю людини

Енергія - це загальна кількісна міра руху та взаємодії усіх видів матерії. Відповідно до закону збереження енергії вона не зникає та не виникає з нічого, а тільки переходить з однієї форми до іншої [6].

Потік енергії на Земній кулі має три джерела:

- *кінетична енергія* обертання Землі та її супутника Місяця як космічних тіл. Вона проявляється в морських припливах, енергія яких недоступна живим організмам, але може використовуватися людиною; - *енергія земних надр*, яка підтримується ядерним розпадом урану та торію. Ця енергія виділяється у формі геотермічного тепла. У вулканічних районах вона використовується для опалення оранжерей та басейнів; - *сонячна енергія*, на базі якої здійснюється життєдіяльність автотрофних організмів.

За неофіційними даними, спеціалісти вважають, що протягом останнього мільярда років сонячна постійна енергія не змінювалася. Всього до Землі доходить $10,5 \times 10^6$ кДж/м² у рік променистої енергії. Але 40% її одразу відбивається у космічний простір, а 15% поглинається атмосферою: або перетворюється в тепло, або витрачається на випаровування води. В атмосфері в основному сонячну радіацію поглинає водяна пара. В океанах цю роль виконує рідина (вода), на суходолі - гірські породи та ґрунт. Велика частина радіації відбивається в атмосферу від поверхні льоду та снігу .

Всю біосферу можна розцінювати як єдине природне утворення, що поглинає енергію з космічного простору та направляє її на внутрішню роботу. У біосфері енергія тільки переходить з однієї форми до іншої та розсіюється у вигляді тепла. Основними перетворювачами енергії в біосфері є живі організми.

Потік сонячної енергії, який надходить до біосфери, приводить в дію біохімічний кругообіг. На відміну від кругообігів води та інших речовин потік енергії рухається в одному напрямку. Якщо падаючий потік сонячної енергії має радіальний (вертикальний) напрямок, то подальший його шлях має здебільшого горизонтальний (латеральний) характер.

Великим енергетичним потенціалом відзначаються латеральні потоки повітряних мас (вітер), які, проникаючи в лісові чи лугові фітоценози, розхитують стовбури і стебла, розворушують листові пластинки чи квіти, піднімають і переносять насіння, охолоджують нагріте рослинне середовище, сприяючи тим самим подальшій трансформації збудженої механічної енергії.

Радіальні і латеральні потоки енергії можуть виникати і внаслідок антропогенної діяльності. Передусім це радіальні потоки хімічних, металургійних, гірничо-переробних підприємств і теплових електростанцій, які виносять в атмосферу величезну кількість токсичних викидів. Далі вони вже латеральними повітряними потоками (часто трансконтинентальними) переносяться на великі віддалі і знову-таки радіальними потоками опускаються на земну поверхню. Ці потоки механічної енергії є транспортом для хімічної енергії, яка проявляє себе в біологічних процесах конкретних наземних і водних біогеоценозів.

Великі міста та індустріальні центри є потужними джерелами латеральних теплових потоків, які переміщуються від ядра міста до його околиць. Часто разом з тепловими потоками переміщуються латеральними поллютанти, здебільшого автотранспортні викиди, а також пил. У великих містах спостерігається розсіювання теплової енергії (ентропія), яка веде до ксерофілізації атмосферного і ґрунтового повітря та алкалізації (олужнення) міських ґрунтів. Ці латеральні теплові та поллютанто-забруднюючі потоки

енергії змінюють рослинний і тваринний світ природних ландшафтів, створюють нову живу речовину міст, яка поки що слабо вивчена. Антропогенна енергія (механічна, теплова, хімічна) може концентруватися в окремих природних екосистемах, підвищуючи їх продуктивність (агроекосистеми) або ж, при невмілому включенні цієї енергії в природний потік, призводити до їхньої деградації.

Враховуючи, що енергія - спільний знаменник і вихідна рушійна сила всіх екосистем як сконструйованих людиною, так і природних. Ю. Одум (1986) пропонує прийняти енергію за основу для "первинної" класифікації екосистем.

У параметри біологічної системи не вкладається індустріально-міська екосистема, яка є однією із різновидів соціально-економічних систем. Зупинимося лише на індустріально-міській екосистемі, яку Ю.Одум в одній роботі називає *вінцем* досягнень людства, в іншій - його *пухлиною*. Тут, наголошує вчений, висококонцентрована потенційна енергія палива не просто доповнює, а замінює сонячну енергію. При сучасних методах ведення міського господарства сонячна енергія у самому місті не лише не використовується, а й стає надто значною перешкодою, оскільки вона нагріває бетон та сприяє утворенню смогу.

4. Кругобіг речовин 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 Карбону, Нітрогену, сірки, в яких беруть участь п'ять елементів (H, O₂, 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 карбону, двоокис сульфору.

Кругообіг Карбону. У біосфері карбону понад 12000 млрд т. Атом Карбону входить до атмосферного карбон діоксиду (неорганічна форма). Рослина поглинає його своїм листям і там уключає в процес фотосинтезу, після чого цей елемент увійде до молекули глюкози (органічна форма), яка є однією зі складових тіла рослини. Травоїдна тварина споживає цю рослину й у такий спосіб переміщує атом Карбону. Далі тварину з'їдає хижак, переносючи атом Карбону до свого тіла. Там цей елемент входить до складу тканин тварини доти, доки вона не загине. Потім організми-руйнівники перетворюють частину трупа на карбон діоксид і виділяють його в атмосферу. Повний цикл обміну атмосферного карбону здійснюється за 300 років.

Промислова діяльність порушує рівновагу циклу Карбону, оскільки спалювання нафтопродуктів призводить до значних викидів CO₂ в атмосферу.

Кругообіг Оксигену. Щорічно лісові масиви виробляють 55 млрд т оксигену. 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. Весь 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 нітрогену, фосфору, сульфуру.

Фосфор — це елемент, який у природному середовищі накопичується в мінеральній формі. Він вивільняється, коли слабо окислена вода започатковує низку хімічних реакцій із гірськими породами й утворює певні сполуки. Останні можуть увійти до складу ґрунту (і будуть використані рослинами) або досягти моря, де стануть частиною тіла водоростей, передусім фітопланктону. Опинившись у складі матерії живих організмів, Фосфор переходить з одного рівня на інший завдяки **ланцюгам живлення** і не вивільняється в середовище доти, доки труп цих істот не розкладуться. Діяльність людини прискорює кругообіг цих елементів. Головна причина прискорення — використання фосфору в добривах, що призводить до еутрифікації — надудобрення. При еутрифікації відбувається бурхливе розмноження водоростей — "цвітіння" води. Це призводить до зменшення кількості розчиненого у воді Кисню. Продукти обміну водоростей знищують рибу та інші організми.

Кругообіг води. Вода покриває 3/4 поверхні Землі. За одну хвилину під дією сонячного тепла з поверхні водою Землі випаровується 1 млрд т води. Після охолодження пари утворюються хмари, йде дощ і йде сніг. Опади 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.

Вода має велике значення для живих істот. Усі хімічні реакції, які відбуваються в організмі, вимагають присутності води. Вона створює незамінне середовище для здійснення обміну речовин (**метаболізму**), від виробництва глюкози в рослинах до перетравлювання їжі або регулювання температури тіла.

5. Стабільність біосфери. Ноосфера, управління біосферою

Біосфера має потужну буферну дію щодо багатьох зовнішніх впливів. Це забезпечує загальну стійкість та створює сприятливі стабільні умови існування організмів. У межах біосфери пом'якшується дія вітру, посушливість повітря та ґрунту, підтримується певне співвідношення між концентрацією Кисню та вуглекислого газу в атмосфері, звужується амплітуда коливань температури. Але всі ці якості біосфери не можуть протистояти нерозумним діям людини і різко падають при антропогенних впливах. Так, і посухи порівняно безпечні для природних екосистем, але вони наносять відчутні збитки агроекосистемам.

Для стійкості біогеохімічних циклів велике значення мають депо біогенних хімічних речовин в ґрунті. *Ґрунт* — це особливе за своїми властивостями природне тіло. У біосфері ґрунт виконує безліч специфічних

функцій. Він забезпечує рослини всіма необхідними поживними речовинами, утримує в собі велику кількість вологи, перешкоджає їй швидкому стоку до рік. Ґрунти в різних біомах та різних природних зонах досить сильно відрізняються між собою. У помірних широтах властивості ґрунтів такі, що гумус добре утримує катіони та аніони біогенних елементів, їх вивільнення йде поступово і не забезпечує збереження родючості ґрунту на довгий час, а також створення біологічної продукції. На противагу цьому, в тропіках, завдяки високій температурі та вологості, мінералізація йде досить швидко. Видужування ґрунтів та вимивання з них іонів мінеральних речовин проходять досить активно. Тому агроєкосистеми тропічних широт порівняно з екосистемами помірних зон більш вразливі та швидше деградують. Цей процес тут часто завершується запустелюванням та вилученням територій із сільськогосподарського використання.

Важливими учасниками біогеохімічних циклів є ґрунтові мікроорганізми. Ґрунт одночасно депо для багатьох речовин, за рахунок якого гасяться флуктуації, що виникають при переході речовин з однієї ланки біогеохімічного циклу до другої. Особливо важливий щодо цього гумус ґрунту. У ньому продукти розкладу органічних речовин утримуються тривалий час. Наприклад, у дерново-підзолистому ґрунті об'єм можливих нових включень органічної речовини складає 300 кг/га, в чорноземах - 160 кг/га. Чимало речовин, що надходять до ґрунту, можуть утримуватися в ньому за рахунок адсорбції та інших фізико-хімічних процесів. Ємність ґрунтів за рахунок такого типу поглинання сягає 225 кг/га на рік.

Екологічне нормування має базуватися на аналізі властивостей екосистеми, найважливішою з яких є **стійкість до зовнішнього впливу**. Вплив великомасштабних змін навколишнього середовища на живі організми, безумовно, відбивається на стійкості екологічних систем, до яких входять ці організми.

Слід мати на увазі, що екологічні системи, так само як і окремі види організмів, були об'єктом тривалого еволюційного процесу, у ході якого менш стійкі системи зникали і зберігалися тільки ті екологічні системи, стійкість яких стосовно коливань зовнішніх факторів була досить високою.

Загалом стійкість біологічних систем можна охарактеризувати як внутрішньо притаманну біосистемі здатність підтримувати на визначеному рівні протягом тривалого часу свої основні параметри та відновлювати їх після порушень. Кількісно оцінити стійкість досить складно, але вченими були відзначені деякі закономірності в здатності екосистем підтримувати свій рівноважний стан.

Стойкість угруповання тим вища, чим триваліший час воно може існувати, не зазнаючи значних змін. Більш стійкі угруповання повинні мати більшу різноманітність життєвих форм і екологічних ніш. У результаті впливу екологічних факторів успіх живих організмів у боротьбі за існування визначається значною мірою їхнім пристосуванням до умов, які сприяють підтриманню стійкості екологічних систем. У зв'язку з цим природний добір має тенденцію до збереження організмів, еволюція яких підвищує стійкість екологічних систем.

Думка про роль людства, яке перетворює біосферу на базі наукових знань на благо кожної людини, не полишала В. І. Вернадського весь останній період його життя.

Ноосфера (від грецьк. *noos*- розум) - це сфера взаємодії суспільства й природи, у межах якої розумна діяльність є головним, визначальним чинником розвитку. У понятті ноосфери підкреслюється необхідність доцільної взаємодії людства та природи. На думку В. І. Вернадського, ставлення суспільства до природи обумовлене не тільки науково-технічними досягненнями, а й соціальними факторами. Поняття "ноосфера" вперше ввів у науку в 20-ті роки ХХ ст. французький палеонтолог і філософ Тейяр де Шарден. У його розумінні ноосфера – ідеальна, духовна ("мисляча") оболонка Землі, що виникла з появою і розвитком людської свідомості. В. І. Вернадський вважав, що головна сила перетворення біосфери в ноосферу в інтересах людства – це поєднання розуму з ідеалами демократії.

Вихід з екологічної кризи може бути тільки у використанні розуму людства (як суми знань і технологічних розробок) не лише для експлуатації природних ресурсів, а й для їхнього збереження і примноження.

На жаль, нинішня екологічна ситуація не може бути змінена природними системами регуляції, що еволюційно сформувалися на різних рівнях організації живої матерії. Вирішення проблеми передбачає активне регулююче втручання людини в біосферні процеси, аж до спрямованого контролю чисельності та біологічної активності економічно значущих видів і формування штучних екосистем із заданими властивостями. В основі вирішення цього завдання мають лежати глибокі знання природних законів формування й функціонування біологічних систем різного рангу.

Закон ноосфери В.І.Вернадського: "Біосфера неминуче перетвориться в ноосферу, тобто сферу, де людський розум буде відігравати домінуючу роль в розвитку системи "людина-природа".

Повне домінування людини над природою неможливе; воно не було б ні міцним, ні стабільним, оскільки людина - дуже залежний хижак, який займає надто "*високе*" місце у ланцюзі живлення. Було б куди краще, якби людина зрозуміла, що існує деяка екологічна залежність, в умовах якої вона має розуміти світ із багатьма іншими організмами, замість того, щоб дивитися на кожний квадратний сантиметр як на можливе джерело їжі і благополуччя або як на місце, на якому можна спорудити щось штучне (*Ю. Одум*).

Без знання законів функціонування і розвитку екосистем неможливий перехід від стихійного впливу людини на біосферу до свідомого управління нею.

6. Класифікація природних ресурсів біосфери.

Біосфера та всі її природні ресурси — це найважливіша передумова існування самої людини, як біологічної істоти. До *природних ресурсів* відносяться компоненти і сили природи, які використовуються або можуть бути використані як засоби виробництва і предмет споживання для задоволення матеріальних та духовних потреб суспільства. За своєю матеріальною сутністю природні ресурси — це частина навколишнього середовища.

Декларацією про державний суверенітет України, прийнятою Верховною Радою України у 1991 році, встановлено, що земля, її надра, повітряний простір, водні та інші ресурси, які знаходяться в межах території України, природні ресурси її континентального шельфу та виключно (морської) економічної зони є власністю її народу, матеріальною основою суверенітету держави і використовуються з метою забезпечення матеріальних і духовних потреб її громадян.

Існує декілька класифікацій природних ресурсів. Згідно з природничою класифікацією **ресурси поділяються на природні групи: водні, повітряні, ґрунтові, рослинні, тваринні, мінеральні, кліматичні.** За природно-економічною класифікацією ресурси поділяються на ті, які використовуються в матеріальному виробництві, і ті, що використовуються в невиробничій сфері. За характером впливу людини природні ресурси поділяються на **невичерпні і вичерпні**, а останні — на **відновні та невідновні** (рис. 1).



Відновні ресурси - одні з найбільш універсальних природних ресурсів, які необхідні для всіх галузей господарства.

Особливостями ґрунту є те, що його не може замінити жоден інший ресурс і вони використовуються лише там, де сформувалися. Ґрунт має природну родючість, тобто здатність забезпечувати рослини компонентами необхідними для їхнього життя (пожива, вода, світло, тепло, повітря).

Ці ресурси можуть відновлюватися, але дуже повільно, наприклад, для утворення одного сантиметра гумусового шару ґрунту потрібно 300 – 600 років, для відновлення вирубаного лісу – десятки років. Тому темпи використання цих ресурсів повинні відповідати темпам їхнього відновлення.

Невідновні ресурси – це ті, які зовсім не відновлюються, або

відновлюються значно повільніше, ніж використовуються людиною

Мінерально-сировинна база є багатством усього людства. Мінеральні ресурси поділяються на паливні, рудні, нерудні металургійні (флюси, вогнетриви), гірничо-хімічні, технічні, будівельні, гідротермальні (прісні і мінеральні природні води). Мінеральних ресурсів нараховується понад 250 видів. В середньому за рік добувають 8-10 млрд. т корисних копалин.

Невичерпні ресурси: космічні, кліматичні й водні.

Космічні – це сонячна радіація, енергія морських приливів і вони не можуть бути предметом охорони довкілля. Разом з тим, надходження сонячної енергії на поверхню Землі залежить від стану атмосфери, ступеня її забрудненості, на яку впливає людська діяльність.

До *кліматичних* ресурсів належать тепло й волога атмосфери, повітря, енергія вітру, які практично невичерпні. Але через забруднення атмосфери механічними домішками, викидами промисловості, транспорту, радіоактивними речовинами

Агрокліматичні ресурси. Термічний режим повітря і ґрунту в поєднанні з кількістю атмосферних опадів і запасами вологи у ґрунті становлять агрокліматичні ресурси території.

Рекреаційні ресурси — умови відтворення фізичних і духовних сил людини, затрачених у процесі праці. Найбільш сприятливий для відпочинку є ліс. Відпочинок в лісі, особливо в гірському, сприяє збільшенню фізичних навантажень на організм людини, попереджує серцево-судинні захворювання, захворювання органів кровотворення, неврози, стабілізує роботу органів опорно-рухового апарату.

Водні ресурси - до них належать моря, озера, водосховища та річки, придатні для організації водних видів відпочинку та оздоровлення. Наявність водних ресурсів поблизу туристичних, рекреаційних закладів значно підвищує оцінку таких територій і впливає на комфортність відпочинку. Водні ресурси, та прибережні смуги морів, річок і водойм є основними місцями здійснення рекреаційної діяльності, будівництва закладів туристичної інфраструктури.

Бальнеологічні ресурси — до них належать мінеральні лікувальні води, грязі та озокерит.

Заради збереження природних ресурсів для наступних поколінь необхідно провести їхню інвентаризацію в усьому світі й перейти до глобальної політики збереження та оптимального використання. Слід ввести компенсацію витрат на відтворення або відшкодування природних ресурсів, розробити довгочасну стратегію природокористування, запровадити квоти використання ресурсів для кожної держави, регіону й світу в цілому, а також відповідний міжнародний контроль за цим.