



**Д**ля кожної людини важливим є його власне здоров'я, основна умова підтримки якого полягає в існуванні правильного обміну речовин в організмі, а про стан якого свідчить аналіз метаболітів. Перш за все, в системі кругообігу крові й інших фізіологічних рідин, які циркулюють в організмі, чи, які з нього виводяться. Дотримуючись законів і практики життя, потрібно було б строго контролювати не тільки метаболічні відходи тіла, а також і харчові надходження, особливо якість їжі. Й пити бажано не з будь-якої пляшки. Хімічне забруднення їжі та питної рідини підступно порушує обмін речовин із дуже поганими наслідками, особливо — відтермінованими, про які не думають. Обмін речовин в окремих спеціальних тканинах і органах має свої особливості і тому загального, *нерозривного обміну речовин* (основи біологічного здоров'я тіла) не відображає.

Для семимільярдного людства необхідне (усвідомлюється це чи ні) здоров'я усієї глобальної людської популяції на заселеній території Землі, біосфери. Здоров'я окремих людських угруповань (расових, національних, трудових та інших) медицина вміє відстежувати, але здоров'я усього людства пильнувати не може, хоча в складних і напружених умовах початку нового сторіччя це необхідно.

За всіх зовнішніх відмінностей людини і біосфери, вони, як стверджує наука, "системно схожі" між собою. Подібно до того, як і складна жива істота —

це організована сукупність клітин, тканин і органів (*біологічна ієрархія*), біосфера становить організовану сукупність організмів, угруповань й екосистем (*екологічна ієрархія*). Як внутрішній обмін речовин, енергії та інформації в живій істоті неподільний і визначає її здоров'я, так життя, еволюція й здоров'я біосфери формуються на основі такого ж потрібного (не тільки за речовиною) обміну в ній. Зрозуміло також, що здоров'я людства, яке проживає в біосфері, залежить від нормального стану біосфери.

І якщо хворіє вона (екологічними хворобами), то неминуче хворіє і людство (хворобами — особистими, соціально-економічними й іншими їхніми суспільними проявами, включно зі здоров'ям культури, моралі, етики спілкування).

Іншими словами, **життя, благополуччя і здоров'я окремої людини, і, відповідно, в біосфері в цілому між собою системно подібні**. А в основі всього цього лежить неподільний обмін речовиною, енергією та інформацією. Тільки обміну речовин недостатньо.

Тема цієї статті жодною з наук не розкривається. Мізерність своїх знань й можливостей пояснити автори усвідомлюють, проте очевидне і важливе інше: осмислення біосфери — завдання всіх галузей науки і освіти; в масштабі України це справа всієї її наукової спільноти, а краще б і набагато дешевше розв'язувати її разом з усіма мирними і незлобивими сусідами.

## 1. Заселена територія Землі

В осмисленні біосфери ключовим є поняття "біокосне тіло". Заселена частина Землі (біосфера) — це *глобальне біокосне тіло*, а екосистеми з угрупованнями організмів у них — *локальні біокосні тіла*. Всупереч слову "сфера" ці тіла не сферичні, це живі біокосні "плівки", які простилаються на земній поверхні та поверхневих водах (у ґрунті — шари). Іншими словами, біосфера це Гео і Біо, Земля й Життя на ній у їхній *природній нерозривній єдності*.

Будь-який живий організм також біокосне тіло: це поміщена у певний об'єм простору складна біоорганічна матриця (Біо), насичена внутрішньою водою, з повітрям в порожнинах тіла і з мінеральними солями (різні компоненти Гео). Саме тому **В.І. Вернадський** об'єднав усі групи організмів, включно з людьми, в умовному понятті "жива речовина" біосфери. Звідси логічно випливає коротке, навчальне визначення "**біогеохімії**". *Це наука про сукупність і послідовний порядок перетворень хімічних сполук, які організми втягують у глобальний обмін речовин у просторі і часі біосфери*. Характерний час життя як окремого організму, так і біосфери, обчислюється за їхньою тілесною масою (з охоронними оболонками різних типів).

До сфери інтересів біогеохімії належать також процеси міграції та просторовий розподіл вільних атомів і молекул, біогенних речовин, і, частково, тонко дисперсні біогенні зависі в поверхневих водах і в ґрунтах. В одній із фундаментальних робіт з біогеохімії океану [4] наведені деякі характеристики обміну вуглецю у ньому.

Історичною попередницею біогеохімії є класична біохімія, яка вивчає обмін речовин тільки в індивідуальному тілесному просторі. Ось так просто і зрозуміло пов'язуються між собою дві ці глибоко споріднені природознавчі науки. І що дуже важливо, разом вони пояснюють неподільний обмін речовин і життя на Землі набагато ширше і глибше, ніж кожна з них окремо.

## 2. Що таке "обмін речовин"?

Яку суть закладено до цього поняття? З яких явищ обміну речовин складається? У яких масштабах простору і часу він відбувається? В 1954 р. у Великій радянській енциклопедії (БСЭ, 1954. т. 30, с. 326) повідомляється: *"Обмін речовин, який лежить в основі життя, — закономірний порядок перетворення речовин у живих тілах в їхній взаємодії із зовнішнім середовищем, спрямований на їхнє збереження і самовідтворення ... "Метаболізм" це те ж, що й "обмін речовин"*. У всесвітньовідомій "The Harper Encyclopedia" (1963, Vol. 3, p. 748) читаємо: *"Метаболізм — загальна сукупність хімічних явищ, які відбуваються у живій системі ..., одна з ознак життя. Коли організм помирає, метаболізм припиняється"*. Таким чином, у двох світових наукових джерелах середини ХХ сторіччя "обмін речовин" асоціюється тільки з організмами й інших типів обміну не наводиться. Хімічні явища і потоки

на Землі, в її макромасштабі, в навчальній літературі прийнято називати "*біогеохімічним кругообігом*". Досі розповсюджена давно застаріла думка ніби поняття "кругообіг" є вичерпним для розуміння біосферного обміну речовин.

Відповідно до класичного розуміння "обміну речовин" утвердилось поняття "загальна біохімія" ХХ сторіччя. Це *"... наука про обмін речовин у живих тілах ? бактеріях, рослинах, тваринах і в тілі людини", з урахуванням їхнього обміну з зовнішнім оточенням"*. Канонічне (частіше за все запропоноване **Енгельсом**) поняття "життя" теж однозначно асоціюється з "живими тілами". Вважається, що соціально організовані групи особин (бактерії, комахи, зграйні риби та ін.) до інтересів біології не належать, оскільки групових "ознак життя" не мають, групами не розмножуються і загальної кожної групи спадковості не мають.

Відомо, що в базових науках існує поняття "неподільне / неділиме / цілісне явище", а, відповідно, — "неподільне / цілісне завдання", наукове і практичне. Так ось, одночасний, системний обмін головними природними цінностями (натуральними речовинами, формами енергії та інформації) в їхній єдності є явищем неподільним, а як його називати — "обміном" чи "кругообігом", це як між собою домовляться учені, не принципово. Важливе інше: **чому неподільний обмін речовин на Землі, в її населеній території (в нашому глобальному Домі), виявився поділенням на окремі частини, та так до цих пір залишається не зібраним?**

**Навіть науки такої немає — про біосферний обмін речовин, енергії та інформації. Немає тому й такої освіти.**

Розглянемо нижче також й обмін антропогенного типу, доданий людьми до природного.

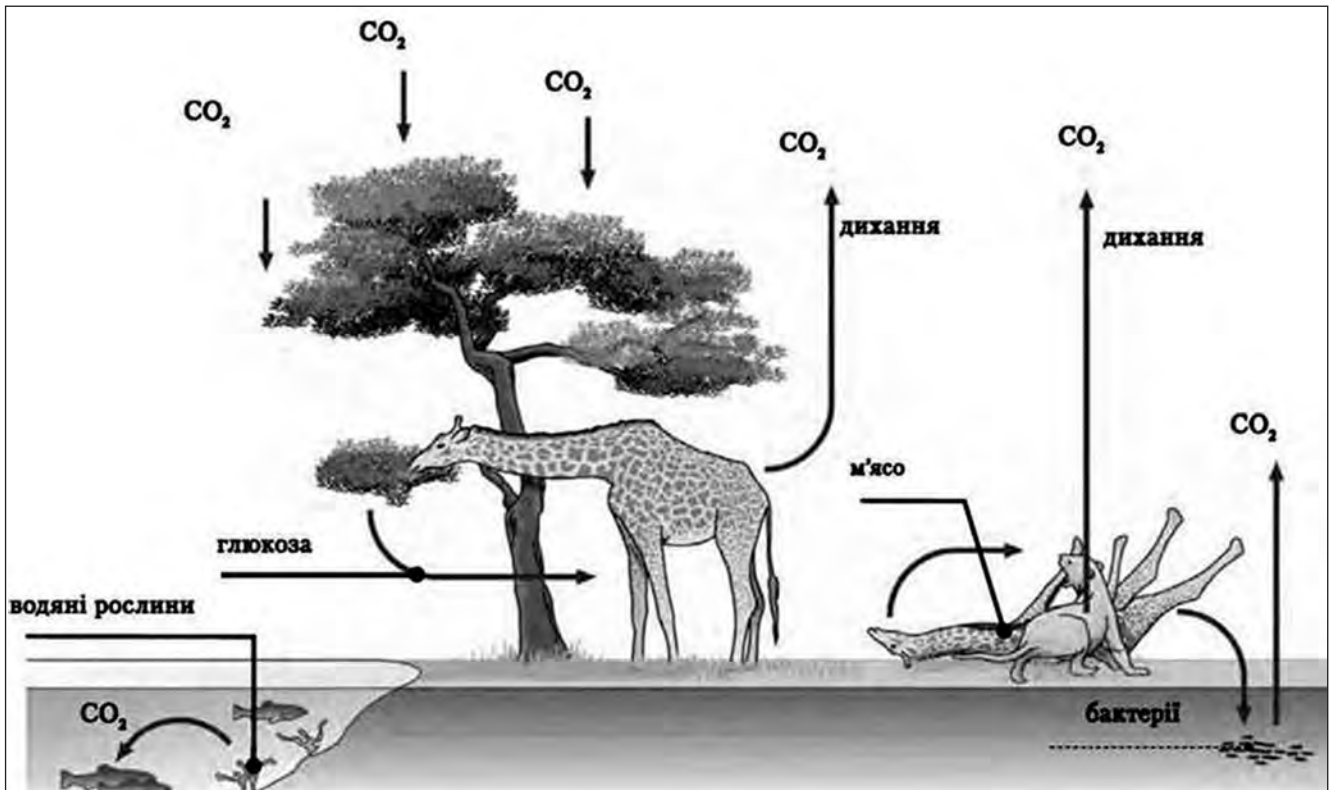
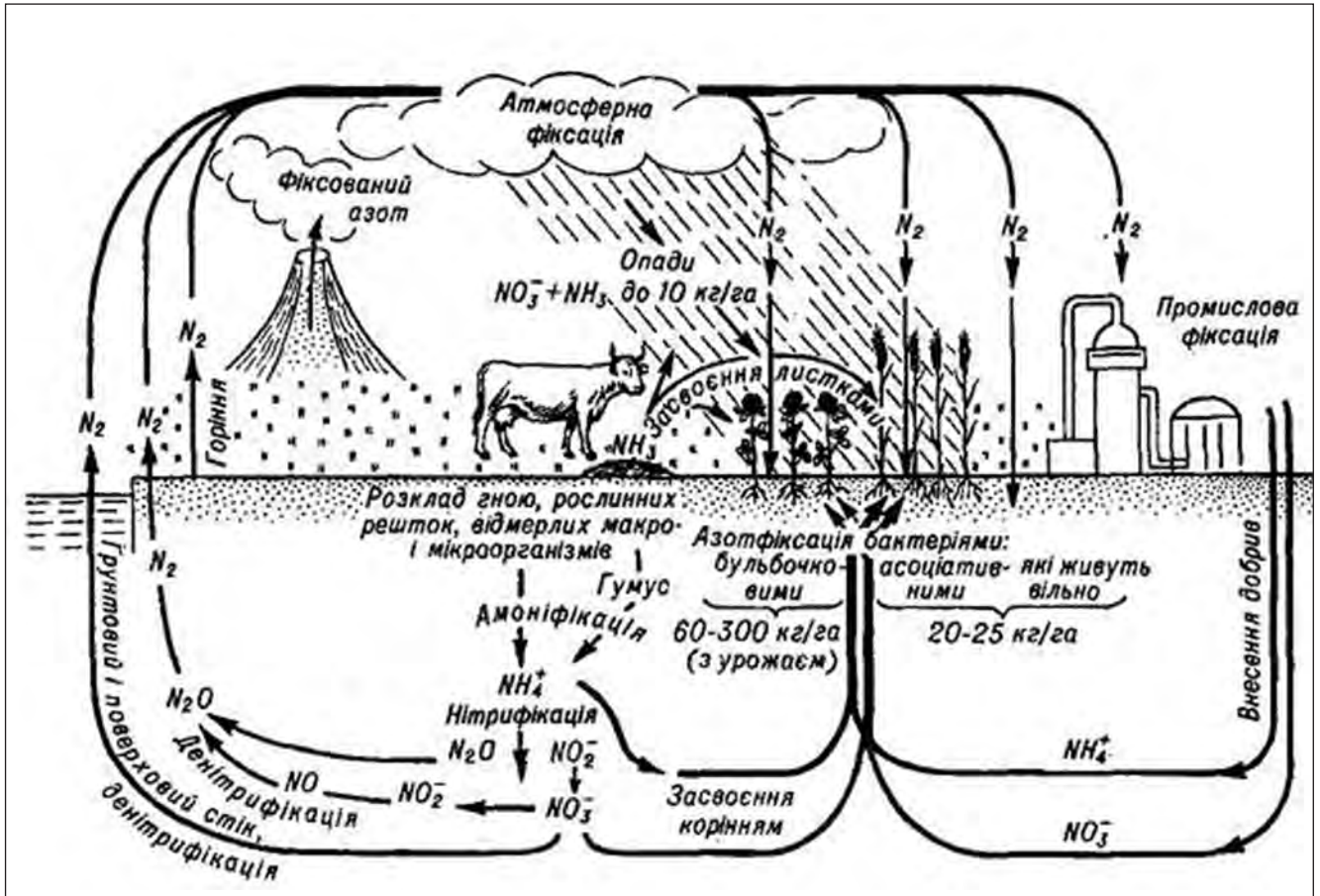
Світ наземних істот очолили люди, а інтелектуалами підводного світу були і залишаються дельфіни і кити з кругозором у своєму середовищі максимально широким. Проте, про людей та їхні інтелектуальні особливості розмова буде особливою.

## 3. Метаболізм клітини, дельфіна і людини

Зрозуміло, вільно існуюча жива клітина, дельфін і людина це лише три, умовно виділені авторами, живі об'єкти з великого різноманіття біологічних видів, які проживають на Землі. Внутрішній обмін речовин, енергії та інформації в організмі завжди побудований на розподілі генетичних, метаболічних, фізіологічних і механічних (опорних, рухових) функцій між структурами тіла. В ієрархії складного тканинного тіла диференціюються клітини, тканини й органи, які утворюють єдину і *неподільну функціональну систему*. Ні конкуренції, ні "боротьби за існування" між його структурами в здоровому тілі не може бути.

Циклічний обмін речовин, енергії та пов'язаної з ними інформації забезпечує організму (як й іншим типам природних об'єктів) важливу властивість — динамічну стабільність, гомеостаз. Щоб жити ста-





**Обмін речовин у біосфері**

більно весь відміряний строк, собака, дельфін і навіть людина вивчати біосферу не зобов'язані, але тільки якщо базові закони природи не порушувати. У всіх істот, включно з людьми, межі біологічних можливостей задані відповідно до їхньої індивідуальної ма-

си; науці це давно відомо. Люди ж, як істоти мислячі, почали бажати надлишкового, хочуть отримувати від природи все більше і більше. Але тоді скінченність природних ресурсів стає безумовним обмежувачем: організм слабне і помирає.

#### 4. Екологічний метаболізм на суші й у водоймах

Практика побутової й господарської діяльності людства завжди була джерелом нових наукових відкриттів. Від давніх часів було помічено, що якщо роками вирощувати на полі одну й ту ж рослинницьку культуру, то врожай знижується навіть за умови внесення добрив у ґрунт: настає "*втома ґрунту*". Якщо на ділянці застосовувати "*сівозміну*" (наприклад, після збору врожаю картоплі засівати горох, а після гороху сіяти пшеницю), то це сприятиме підвищенню врожаю кожної культури. Причина підвищення врожайності в тому, що види-попередники в сівозміні виділяють у ґрунт метаболіти, корисні для виду-наступника. Іншими словами, отримується безвідходний обмін речовинами, зв'язаної в них енергією та інформацією, — найкраще з можливого.

З'ясувалось, що між усіма групами організмів, які живуть у ґрунті, водному і повітряному середовищі відбувається корисний для всіх членів угруповань молекулярний обмін різними неорганічними (такими, як двоокис вуглецю і кисень) і органічними метаболітами (амінокислоти, сахарози й інші речовини). Така форма групового обміну природними цінностями, як у невеликих озерцях із пуголовками, так і в морях з акулками, отримала назву *екологічний метаболізм* [3, 7], хоч акули, на відміну від пуголовків, беруть в цьому незначну участь. Аналогічний тип біохімічних взаємодій між вищими рослинами в їхніх кореневих зонах при метаболічній участі інших організмів в агрономічних науках називається *алелопатією*. У світовій науці з'явилися й нові поняття: "*екологічна хімія*", "*екологічна біохімія*", "*хімія навколишнього середовища*" та інші.

Ця група досліджень у другій половині ХХ ст. доповнила розділ *класичної екології*, який сформувався раніше і вивчав очевидні й для людей важливі форми трофічних зв'язків між хижаками та їхніми жертвами. У широкому значенні поїдання рослин тваринами і тварин рослинами (так мухоловки "захвачують" і, виділяючи зовнішні ферменти, перетравлюють дрібних комах) — це теж відносини типу "хижак—жертва". Саме цей тип стосунків, який властивий також і для людей (канібалізм законами суворо заборонено) став причиною створення в біології концепції "*боротьби за виживання*", "*боротьби всіх проти всіх*". Насправді ж, переважна частина живого населення біосфери припадає на бактерії й водяні одноклітинні рослини (згадаємо основу "трофічної піраміди" з підручників з екології). Крупні й складні тварини є лише малою частиною одночасно існуючої в біосфері "живої речовини". Тут важливо зазначити, що *чим більша індивідуальна маса особин, тим менша кількість їхніх видів у біосфері й менша загальна чисельність їхнього населення*.

Так в екології сформувалися два наукових і навчальних розділи загальної екології та земного природознавства, які доповнюють один одного. Разом вони охопили всі основні типи матеріальних, енергетич-

них та інформаційних (сенсорних, тактильних) зв'язків у природних і сільськогосподарських об'єктах, а також у морській аквакультурі.

Вивчення екологічного обміну, використовуючи природні цінності, стало однією з основ сучасного природознавства. Цей розділ знання вперше висвітлив історію життя прадавньої (архейської) біосфери Землі. Стародавні екосистеми були населені прокаріотами. Дуже різноманітна метаболічна спеціалізація бактерій забезпечила високу функціональну організованість біосфери архейського періоду.

За канонами класичної біохімії міграція, перенесення неорганічних метаболітів (таких як кисень і двоокис вуглецю) і біоорганічних речовин відбувається тільки в молекулярному стані, а той тип "обміну речовин", про який говориться у підручниках і енциклопедіях, став формуватися лише 500 млн років тому, супроводжуючи видоутворення серед тканинних організмів. Тому обмін у тканинних істотах є вторинним і відбувається тільки в межах кожної окремої особини.

#### 5. Допотопна еволюція обміну речовин

Окрім обміну молекулярними метаболітами ("ти — мені, а я тобі") в угрупованнях стародавніх автотрофів і найпростіших гетеротрофів з'явилися примітивні форми хижацтва. Дрібні клітини водоростей, шматки відмерлих тканин й інші органічні частки могли захоплюватися та обгортатися найпростішими гетеротрофами. Виділяючи позаклітинні ферменти, такі хижаки перетравлювали тіло й метаболічно використовували речовини своїх жертв. Джугиткові організми активно перемішувались у пошуках їжі. Так мільярди років тому в еволюцію життя було закладено той тип обміну речовин, а з ним і енергії (трофодинаміка), який школярі та студенти вивчали в ХХ сторіччі за підручниками з екології.

В угрупованнях і в населених ними водних і наземних екосистемах утворилися складні схеми не просто зв'язків типу "хижак—жертва", а потоків розподільчого, мережевого типу. Потім зв'язки "хижак—жертва" повторяться на рівні людського суспільства у вигляді "поглинання" одних фірм і компаній іншими, більш вправними і ненажерливими, особливо на ринку енергоносіїв.

Повернемося ще до більш ранніх форм обміну. Важливо нагадати, що обміну тільки речовинами, без супровідного обміну енергією та інформацією, у природі не може бути. Біологи це знали, але вивчати три ці процеси одночасно — справа занадто складна. Почали з обміну речовин, відслідковуючи й деякі потоки енергії.

Записану в живих структурах інформацію вперше почали вивчати генетики. І хоча тепер настало "інформаційне століття", у підручниках з біології нічого не повідомляється про інші форми біологічно й екологічно записаної інформації, як і про явища матрицювання на різних рівнях організації життя. Це *одна з білих плям в освіті*.



Зазначимо також, що в угрупованнях і екосистемах обертаються замкнутими шляхами потоки не тільки біоорганічних речовин у молекулярному вигляді, але й незрівнянно більш потужні [1] біогенні потоки мінеральних речовин, перш за все, води, яка складає до 95% прижиттєвої маси живих тіл. При цьому інтенсивність водообміну відрізняється в тканинних організмах у межах декількох порядків величин (найінтенсивніший "водообмін" у найтонших кровоносних судинах мозку ссавців). Зрозуміло, що спільний обмін води і мінеральних біогенних речовин відбувається в кожній точці населеного простору біосфери, в об'ємах, які вимірюються мільйонами кубічних кілометрів! (наприклад, в океанічних екосистемах).

Таким чином, зі ходом еволюції життя в екосистемах і біосфері відбувалось багатократне розширення й ускладнення природного обміну речовин з обміном енергією та інформацією, який його супроводжує: від внутрішньоклітинного метаболізму у вільно існуючих клітинах бактерій до метаболізму в тілах жаб, домашніх кішок, дельфінів, китів і слонів. Минули сотні мільйонів років до появи в біосфері перших соціально організованих людей, які почали створювати в біосфері свій, неприродний, рукотворний обмін речовин, енергії та інформації.

## 6. Матрична передача інформації

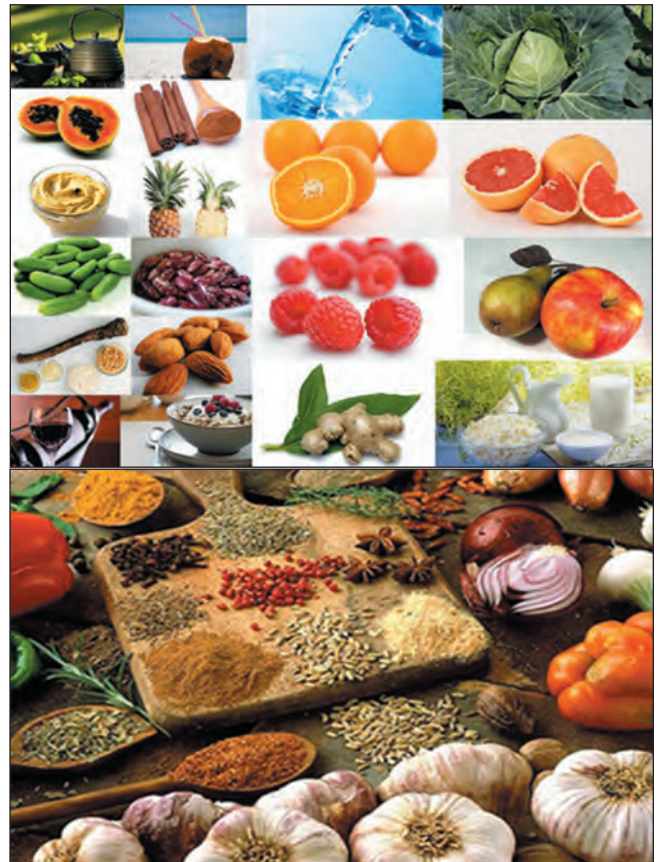
Поверхня земної кори (Гео) — це первинна матриця життя (Біо). Земля передає їй свою інформацію, перш за все — контактну-молекулярну [5]. Біосфера у вигляді тонкої плівки дуже вигідно розташована, тому що вона знаходиться на межі трьох життєтворчих середовищ — мінеральної кори, води і повітря. Біосферна плівка вистеляє весь земний рельєф — надводний і підводний. Для обміну речовин це найкраще розташування плівки.

Як біосферна плівка працювала на початку зародження життя мільярди років тому? Напевне, цього не знає ніхто, але наукові дані дозволяють про дещо здогадуватись. Робіть висновки самі. Організми засвоюють з їжею різні біогенні елементи з закодованою у них хімічною інформацією.

На початку свого зародження архейські бактерії енергію Сонця використовувати не могли, існували на основі хемосинтезу і енергоємної абіогенної АТФ. Потрібно мати на увазі, що атоми й різні хімічні радикали — це ніби інформаційні "літери". В процесі біосинтезу в клітинах вони складаються в окремі "слова" і в цілі "фрази". Носіями цієї інформації є також і діючі молекулярні метаболіти.

Фрактальність земного рельєфу означає різноманітність масштабів поверхні — від квадратних фемто- і нанометрів у клітинах і тканинах до квадратних кілометрів на земній поверхні [6, 8]. Все це — готові до заселення організмами "місця проживання", на суші та на дні водойм.

Різноманіття масштабів земного рельєфу знаходить відображення у різноманітності розмірів тіл живих істот — його мешканців. Кожна істота може знайти



Продукти харчування, які підсилюють обмін речовин у людини

місце проживання відповідно до свого розміру і потреб, "облаштуватися" в ньому. Заселення земної поверхні могло відбуватися приблизно так: після бактерій з'явилися найпростіші гетеротрофи і почали формуватися ранні тканинні рослини і тварини; формувались первинні трофічні ланцюги типу "хижак-жертва" і утворювались складні угруповання — одні на інших.

Прикладом може служити сучасний весняний луг у долині річки, трав'яний за складом. Це розкішний, різноманітний зелений килим із рослин різних розмірів і видів. Зазвичай, зовнішня будова трав'янистих рослин витончена, з пишним розгалуженням і різноманітними квітами, проте дрібними, а в них — нектарники. Таке угруповання приваблює велику кількість різних, в основному комах, дрібних тварин із власним видовим різноманіттям. У термінах екології, це означає формування складного зооценозу на поверхні адекватного йому фітоценозу.

Що це, як не взаємна фенотипічна передача інформації (перш за все її) від складно організованого фітоценозу до зооценозу, по-своєму складному — Зрозуміло, що функціонування зооценозу базується на інших, ніж у рослин, метаболічних, фізіологічних і екологічних стосунках і зв'язках. Іншими словами, це матрицювання вторинного Зоо на інформаційно багатій поверхні первинного Фіто. Тропічний вологий ліс із його багатим населенням — це, як можна припустити, продукт аналогічного макрокопіювання, тобто вторинного Біо-Еко на еволюційно первинній рослинній матриці.

Генетики і молекулярні біологи відкрили смисл внутрішньоклітинного біохімічного самокопіювання — синтезу білків на матрицях нуклеїнових кислот, а селекціонери використали це наукове відкриття на практиці. Книжкові першодрукарі, палітурник і вмілі художники використали матрицювання на папері й тканині. Природа ж використовує цей системний метод скрізь, на будь-яких масштабах. Ось тільки освіта відстає від науки.

## 7. Товарно-грошовий обмін у біосфері XXI сторіччя

У біологічному сенсі люди належать до тварин, тваринними вони довго й залишались: збирали рослини і плоди, їли м'ясо тварин, спільними зусиллями вбитих на полюванні, та ін. Потім знайшли глину, зліпили глиняний посуд, на вогнищі його випалили й понесли на базар. Інші люди цей посуд купили за стародавні гроші. Так розпочався, а потім тисячоліттями продовжувався, розвивався, поширювався, усе більше і більше прискорюючись, **товарно-грошовий обмін речовинами, зв'язаною і прихованою в товарах енергією, і явною (наприклад, на монетах і в письмовому вигляді) антропогенною інформацією**. По світу розійшлися потоки товарів, спочатку на конях і верблюдах, потім рейками, дорогами, трубопроводами, які простяглися на тисячі кілометрів. Мережами іншого типу, проводами, потекли потоки енергії. Через радіо і телебачення — потоки інформації.

До мережі будь-якого типу входять і спеціальні накопичувачі: для речовин, наприклад, цистерни для пального, для енергії — акумулятори, для інформації — бібліотеки і книгосховища, дискети і жорсткі диски комп'ютерів та ін. Накопичувачі існують і в природі. Це поклади мінеральних солей, руди, нафти. Але поклади біосфери формувались упродовж мільйонів, мільярдів років і для диких істот були в основному недоступні...

Розвинувши мозок, добувши вогонь, розпочавши орати землю люди простягнули спочатку свої руки, а потім ковші екскаваторів і насоси бурових машин до підземних "дарів природи", хоча ніхто людям їх не дарував. Так сформувалось і стало нормою промислово-споживацького суспільства не бережливе й обмежене, а марнотратне, безоглядне і ніби-то законне **розкрадання ресурсів Землі. А вони обмежені**, як і все інше. Їхнє зменшення стримає будь-який розвиток.

Еволюція робить своє. З часу появи людей на Землі (близько мільйона років тому) дуже повільно, крок за сторіччя, почав формуватися **обмін товарно-грошовий, ринковий, як речовинний, так і енергетичний, інформаційний, який диктувався людськими бажаннями, забаганками і фантазіями**.

Торгівля за гроші відбувається у сім'ї, школі, університеті, в фірмах і промислових підприємствах, у містах і країнах, у світі в цілому. Купують острови в океані. За законами капіталізму дуже багаті люди можуть купити і невелику країну з її морською акваторією. Чому б ні? Один із головних принципів необ-

меженого капіталізму — будь-яка діяльність, що не заборонена людськими законами, дозволена [9]. Дозволена в будь-якому обмеженому куточку природи на нашій Землі.

Усе обмежене — об'єм окремого локального простору, маса речовини в ньому, кількість енергії. Скінчений термін життя Сонця й інших зірок. І, згідно з тим же світовим законом, обмеженою є тривалість життя організму будь-якого виду, а, відповідно, і обсяг його допустимої діяльності. Але якщо це так, то *все, що людина чи організована група людей робить у своєму локальному "світі" (у власній кімнаті, будинку, фірмі та ін., включно з країною і її діяльністю) — все це повинно мати свої межі*.

Зазначимо, що всі органи людини, як і будь-якої живої істоти, мають свої просторові межі й обмежені ресурси і життєві функції. Обмежений також і **обмін речовин у кожній клітинці тіла, тканини та органу**. Принципово важливо, щоб співвідношення обміну речовин у різних частинах тіла не виходило за дозволені їм межі.

Незважаючи на це, в кожній країні з її особливостями всі структури, форми діяльності й обсяги товарно-грошових зв'язків хоч частково і визначаються локальними можливостями, але, значною мірою, вони задаються керівними особами чи їх групами. За широкого різноманіття можливостей ручного керування суспільством, його соціально-трудова структура і товарно-грошовий обмін речовин, енергії та інформації визначається керівними органами. При такому світовому порядку ринковий обмін речовин неминуче набуває будь-яких форм і пропорцій. Вільний ринок багато в чому спотворює і порушує харчування і медичне обслуговування суспільства. І товарна маса, і грошові потоки, і локальні капітали (в масштабі країни, а тим більше у глобальному масштабі) розбалансовуються між собою, хаотизуються. Це нездоровий обмін відразу у всіх складових — матеріальній, енергетичній, інформаційній.

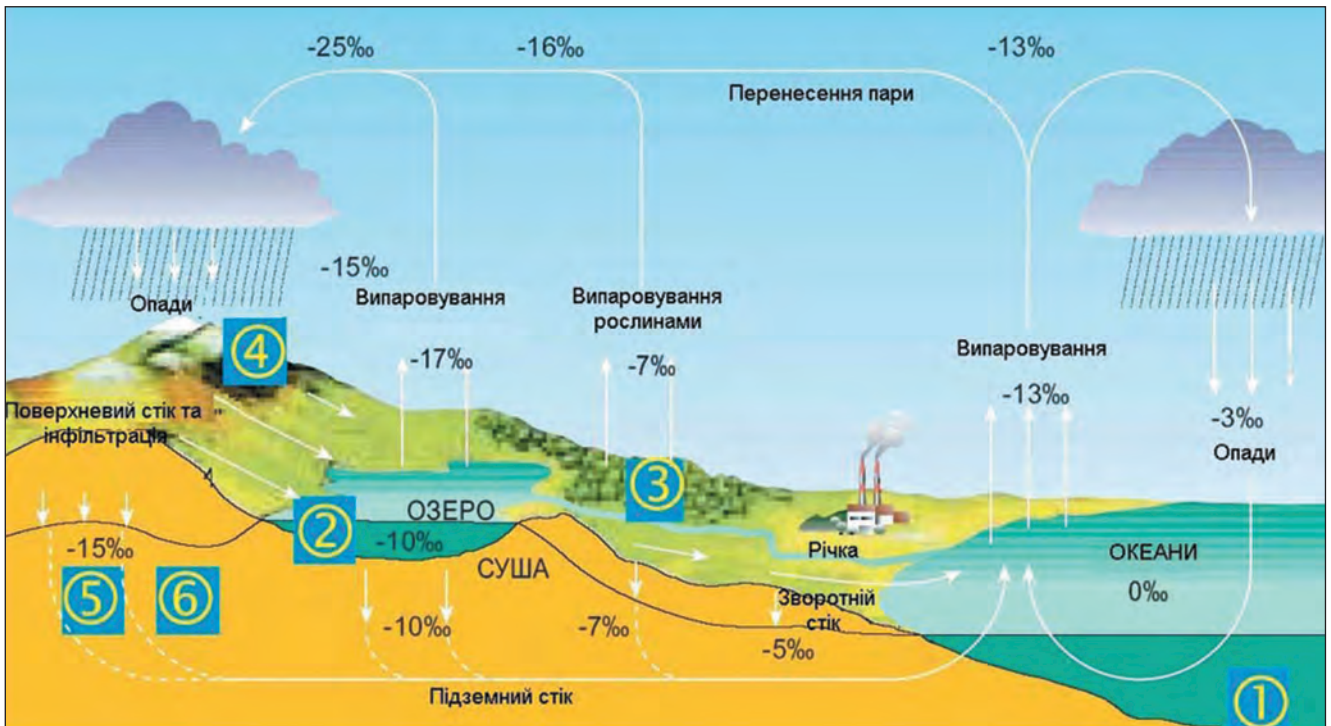
Для людства початку XXI сторіччя характерне безмежне різноманіття людських виробів. Ці вироби матеріальні. Необмежено виробляється антропогенна інформація на різноманітних носіях. Видове різноманіття організмів цілком програє різноманіттю людських виробів.

На відміну від дуже стійкої природної інформації, людська інформація легко фальсифікується, стає неправдивою, веде до обману. Зрозуміло, що якщо в якихось структурних блоках суспільства обсяг неправдивої інформації перевищить обсяг правдивої, то правильні рішення будуть малоймовірними. Скільки біди через це людство пережило і скільки ще переживе?

Узагальнюючи вищенаведене, можна сказати, що людство налагодило масове виробництво виробів, які земній природі не властиві, не натуральні. Не забуваймо, що людські вироби, такі як структурована інформація, від природної принципово відмінні, написані не її мовою.

Інформація, яка переноситься за допомогою електромагнітного випромінювання, лягла в основу





Кругообіг у водній оболонці Землі

світової мережі Інтернету. Вона стала ніби реальним об'єктом і вийшла на світовий ринок. Інтернет є одним з найнепередбачуваних учасників глобальної регуляції у формі товарно-грошового обміну. Обмін речовиною, енергією та інформацією у світі "дикого" природи не має у ринковому світі ніякого значення. Тому вся група наук про природу — природознавство, втратила своє колишнє значення для людей. Але чи зможе суспільство, яке живе тільки людськими цінностями, довго існувати, не спираючись на природні цінності? Ось в чому питання...

Історичний ряд, який бере початок від зародження життя, приблизно такий. Архейська біосфера поступово (за чотири мільярди років) породила світ бактеріальних екосистем, метаболічно найпотужніший, який діє до сьогодні. Упродовж наступних століть (0,5 млрд років) утворилось усе різноманіття видів тканинних організмів. Повна еволюція людини і людства забрала всього лише близько мільйона років, а сучасне промислово-споживачське суспільство сформувалося усього за три століття (датиючи від початку промислової революції в Англії в середині вісімнадцятого сторіччя).

## 8. Як осмислити неподільний обмін у біосфері?

Наведений вище огляд — найкоротший і, без посилення на джерела, контурний нарис — враховує, в тому числі, і головну проблему нашого часу — світове здоров'я, яке цілком залежить від здоров'я біосфери Землі. Зрозуміло, що захворювання біосфери, спричинені людьми, їхнім хронічним незнанням і нерозумінням криз у країнах світу, які, в свою чергу, неминуче впливають на здоров'я населення, особливо в

промислово розвинутих країнах. Науці зрозуміло, що джерела кризових явищ потрібно шукати не в якійсь окремій частині земної природи і не в одній із сфер людської діяльності (в фінансово-економічній, як часто думають), а в численних порушеннях загально-го, невідомого обміну речовин, енергії та інформації (включно з неправдивою) в населеній частині Землі. Як у людини головною причиною тривалих захворювань є порушення обміну речовин (чим би вони не спричинялись), так і в біосфері найтяжчими є комплексні захворювання, викликані багатьма причинами, з різним протіканням, симптомами і масштабами, від вузько локальних до глобальних.

Науці давно відомо, що біосфера живе своїм власним, багатоярусним життям. Живий організм побудований за принципом ієрархії рівнів біологічної організації, в якій метаболічні вихори і кругообіг відбуваються на рівні клітин, тканин, органів і в цілому живому тілі. "Вихори" (майже замкнуті) — це головні динамічні стабілізатори живого тіла. На екологічних рівнях організації біосфери внутрішні молекулярні й інші цикли обміну речовин, енергії та інформації, роблять свій внесок до динамічної стабілізації біосфери.

Особливо важливо, яким чином (стабілізуючим чи навпаки) і наскільки впливають на обмін речовин і життя біосфери виробничі та соціально-інформаційні процеси. Промислові центри і міські агломерації стають найпотужнішими збурювачами складної мережі глобального антропогенного обміну речовин. Пояснення нестабільності сучасного життя посиленнями на погане "навколишнє середовище" чи "середовище проживання" є вкрай дезорієнтованим спрощенням складного клубка проблем. Це дуже небезпечно, оскільки неправильне розуміння

призводить до помилкових дій. Головне питання, яке вже давно історично назріло, полягає в тому, як два світи, природній і рукотворний, між собою співвідносяться і взаємодіють? Кризові явища в природі й суспільстві вказують на неузгодженість і протиріччя між ними. Чи задовольняє людство така практика життя?

Як виходити з кризових ситуацій? Для науки відповідь зрозуміла: вийти з різних локальних криз (в масштабі сім'ї, окремої фірми чи цілої галузі економіки країни) можна тільки, розуміючи природну організованість біосфери та її головних локальних блоків. Важливо усвідомлювати, що вилікувати людство від хвороб своїми руками швидко ми не зможемо. Це під силу тільки самій біосфері, але за нашої участі й нашим розумінням її. Тому без еколого-біосферної і медико-екологічної освіти, в усякому разі, на рівні середньої і вищої школи, не обійтись.

### 9. Що в біосфері важливіше — боротьба чи мирний обмін?

"Трофодинаміка", яку вивчає екологія — це лише частина загального харчового обміну речовин у дуже різних його проявах на населеній території Землі. В нижній частині трофічної піраміди (в угрупованнях одноклітинних водоростей і найпростіших тварин) переважають молекулярні форми мирного обміну речовин, а на середніх і вищих рівнях піраміди головними були і діють досі, відносини хижаків і їхніх жертв. Стародавня біосфера, яка жила за мирним принципом "ти — мені, а я — тобі", в підручниках не згадувалась. Навпаки, принцип жорсткої боротьби, властивий тільки хижим тваринам, був помилково зрозумілий як головний принцип життя та його еволюції і голосом науки [1, 2]. Рекомендований людству: "Основний принцип, який визначає функціонування життя, на будь-якому рівні природи — це конкурентна взаємодія не корельованих між собою особин. Це той же принцип, який лежить в основі вільного ринку" [1]. Позірна очевидність всесвітньої боротьби, як головного двигуна еволюції та прогресу в природі і в суспільстві, перейшла в масову літературу і в підручники. З їхніх сторінок молодь отримує помилкове переконання, що ніби кривава боротьба в суспільстві початку ХХІ сторіччя, аж до боротьби на вулицях міст, — це головний закон природи.

Насправді, єдиного для всіх "еволюційного прогресу" на Землі немає. Послідовність різних типів еволюцій, а, відповідно, й процесів обміну в природі

може бути представлена приблизно так: 1) позаклітинний обмін через середовище проживання в бактеріальних угрупованнях і відповідних екосистемах; 2) набагато економічніший внутрішній обмін метаболітами в тканинних організмах, окремо в рослин і тварин (описаний в підручниках класичний тип метаболізму); 3) обмін типу "хижак—жертва" в трофічних ланцюгах і мережах угруповань еволюційно прогресивних організмів (предмет класичної екології ХХ сторіччя); 4) нарешті, принципово новий тип товарно-грошового обміну як натуральними, так і рукотворними формами речовини, енергії, а також обміну інформацією.

Упродовж двох останніх десятиріч обриси Інтернету (світової інформаційної мережі) і його функціонування ставали все більш оманливими і агресивними, боротьба між його користувачами все більш загострювалась. Він став наймасовішим, оперативним і впливовим інформаційним засобом і регулятором людства, а тому також фінансовим, економічним і політичним інструментом.

До чого він людство приведе?

### 10. Один практичний висновок

Глобальне здоров'я біосфери визначається неподільним обміном речовин у ній. Серйозні відхилення стану її підсистем від норми (наприклад, забруднення води океанів, морів, річок та ін.) — ось джерело найнебезпечніших і довготривалих, на десятки і сотні років, біосферних, а тому і людських хвороб. Таким чином, у кризові часи (такі як тепер) головні проблеми людей вирішуються в межах кожної окремої країни. І вирішення їх залежить від поінформованості й освіченості їхніх громадян. Налагоджена навчально-освітня мережа є в усіх розвинутих країнах, потрібно лише відкоригувати пропорції знань в них. Саме в такій, змістовній, площині повинна проводитися реформа освіти. Турбота про загальне забезпечення шкіл комп'ютерами, Інтернетом, удосконалення системи оцінювання знань — важливі, але вторинні завдання. В роки криз потрібно перш за все турбуватися про зміст освіти, його й оптимізувати. ■

**Кирило Хайлов**

доктор біол. наук,  
м. Севастополь

**Дмитро Смолев,**

канд. мед. наук, клінічна лікарня №86,  
м. Москва

#### Література

1. Горшков В.Г. Фиические и биологические основы устойчивости жизни. — М.: ВИНТИ, 1995.
2. Моисеев Н.Н. Человек, среда, общество. — М.: Наука, 1982.
3. Хайлов К.М. Экологический метаболизм в море. — К.: Наук. думка, 1971.
4. Романкевич Е.А. Геохимия органического вещества в океане. — М.: Наука, 1977.
5. Широбоков В., Янковський Д., Димент Г. Світ глини і

- здоров'я людини // Світогляд. — 2012. — 2(34). — С. 6—17.
6. Adler. A model of self-thining througe local competition // Proc.Nat.Acad.Sci. — 1996. — Vol.93. — pp. 9980—9984.
7. Brown J., Gillooli E., Allen P. Toward a methabolic theory of ecology // Ecology. — 2004. — 85 (7).
8. Kamenir Y.G., Staniman B.S., Walline P.D. Hidrologia. — 1999. — Vol. 416. — pp. 33—40.
9. Ксенжек О. Необхідність обмежень: немає обмежень — немає "існування", лише проблеми // Світогляд. — 2014. — 1(45). — С. 20—31.