

ДО ПИТАННЯ ПРО ПРАВО НА ПРИЙНЯТНЕ ДОВКІЛЛЯ

*Розуміння потреби стриманості в господарюванні людини,
уникнення руйнування біосфери було висловлене десятки років тому:
серія книг «Межі зростання», ідея сталого розвитку (Брундтландська доповідь),
«Екологічний маніфест» М.Реймерса тощо.*

*Проте ідея про цілісність природного середовища за останні півстоліття у світобаченні
більшості світового суспільства, на жаль, так і не стала однією з найпріоритетніших цінностей.*

*Чи не найважливішою причиною цього є недостатнє вміння науковців вибудувати риторичну
в спілкуванні з широкими суспільними колами, включно з бізнесовою і політичною спільнотами.*

*У цій статті здійснено спробу аналізу того контексту інформаційного впливу
на світове й українське суспільство, в якому мислителям-науковцям доводиться виборювати
увагу аудиторії, щоби повернути її до проблеми критичного стану природи.*

*На основі цього, а також у контексті низки новітніх досягнень світової
природничої науки запропоновано положення, які доцільно брати за основу підходу розвитку
інтелектуальної сфери України в довгостроковій перспективі.*

*Інтелектуальна сфера розглядається як локомотив руху вітчизняної економіки,
а також визначальна ланка нематеріального життя нашого суспільства.*



Арсен Вітер

канд. біол. наук,
науковий співробітник
Національного ботанічного саду
ім. М.М. Гришка
НАН України,
м. Київ

Фомина неділя 2023 року. Сільське кладовище. Односельчани до ладу вже не збирались на Проводи три роки: перед цим два роки пройшли в ковідних обмеженнях, а на третій рік – почалась війна і було не до того. Тож цього разу довгоочікувана зустріч сповнювалась нового смислу.

Наше кладовище ділиться ґрунтовою дорогою на дві частини: нову і стару. На новій – кожна похована людина підписана. На старій – тільки поодинокі хрести, переважно без підписів, загалом же – це сукупність горбочків-гробків, порослих травою, чагарником і самосійним ясенем. Правильні геометричні форми поховань тут не мають місця. Старе кладовище стоїть німим свідком репресивних десятиліть і лихоліть першої половини ХХ століття. Проте селяни шанують це місце як святиню.

Проводи – особлива дата в народному календарі на переважній частині території України. Думаю, це тому, що українці відчувають потребу в пам'яті свого роду, усвідомленні своєї історії, написаній не в цензурованих підручниках і монографіях. Ця потреба реалізується також через обряд весілля, розповіді з вуст в уста тощо.

Це потреба не тільки українців, а й інших націй, із якими нас об'єднує тисячолітній осілий спосіб життя, поєднаний із працею на землі. Праця як заняття спільними або подібними справами – це передумова, що міцно скріплює людей в общини та єднає між собою різні покоління.

Після перемоги у війні в Україні актуалізуються локальні виклики довкілля.

Разом із тим українському суспільству варто осмислювати концептуальні проблеми біосфери.

Перейду до теми, близької мені як екологу. Кліматичні зміни ставлять на порядок денний питання, чи існуватимуть надалі в недалекому майбутньому такі країни, як Мальдіви, Тувалу і ще багато островів Океанії. За прогнозами кліматологів глобальне потепління призведе до підняття рівня Світового океану, що знищить ці території – забере землю-Батьківщину-пам'ять у тамтешніх народів.

Близько сорока років тому Чорнобильська катастрофа подібним чином вибила з-під ніг Батьківщину в сотень тисяч білоруських і українських поліщуків. Наука дає підстави прогнозувати, що подібні трагедії продовжуватимуться.

Зокрема ті дози агрохімікатів, які тепер застосовуються в інтенсивному агровиробництві, створюють ризик для виживання ґрунтів як природного тіла. Не виживе ґрунт – не виживе (в історично-свідомісному плані) й етнос, оселений на відповідній території.

Та чи мають здавна осілі спільноти (мальдівці, українці, народи сільських регіонів Азії і Африки) волю до того, щоби відстоювати своє природне середовище? Навряд! Вірогідно, більшість мальдівців не буде протистояти енергоємним тенденціям світового господарства, бо від доходів у світовому паливно-енергетичному комплексі сьогодні залежить потік туристів на Мальдіви.

Це те саме, що українці вже проходили в своїй історії, а саме раділи затопленню дніпровських заплав каскадом водосховищ, будівництву атомних електростанцій тощо. Очевидно, ще не раз нам доведеться це проходити – сьогодні ми робимо трагедію з того, що нам позакривали «зернові коридори» замість того, щоби задуматися над диверсифікацією роду занять населення. Держава, що робить ставку на сировинну базу, в сучасному світі має мінімальні шанси на тривале виживання!

Чому немає «екологічної волі» в люду?

До цього призводить глобальна антилюдська пропаганда, яка сіє в розумі людей уявлення про те, що існують прості, легкі рішення складних проблем. Для того щоби припинити війну на Донбасі – достатньо перестати стріляти. Для того, щоби вирішити проблему засмічення довкілля пластиком та іншими полімерами – достатньо вивезти їх подалі, де не бачить людське око. Для того, щоби вирішити проблему глобального потепління – достатньо просто перестати спалювати викопні вуглецеві речовини (байдуже те, що «двигунами» потепління є і АЕС, і сільське господарство, і спалювання біомаси). Для того, щоби дати раду демографічному буму на Землі – достатньо прокласти «шовковий шлях» на Місяць і Марс (байдуже якої шкоди зазнає озоновий шар від запуску космічних літальних апаратів).

Чому ж глобальна споживацька пропаганда уражає суспільні маси? Я пояснюю це ефектом «інформаційного фастфуду». Визначальною рисою цього «фастфуду» є те, що він дає позитивні емоції без докладання людиною розумових зусиль. Спадає на думку євангельський образ: інформаційний фастфуд – це ріжки, якими прагнув наповнити череву блудний син, доки не збагнув необхідність повернутися до справжньої їжі – з Отчого столу. В цьому випадку під Отцівським столом я розумію істину – до неї властиво прагнути людській істоті.

Наші діди мали запобіжники, які охороняли їх від впливу інформаційного фастфуду: в багатоденні пости і пісні дні утримувались від розваг, також вважалося недоречним торкатися певного кола тем. Отже, давні люди підсвідомо відчували потребу зберігати розум у тверезості.

Я протиставляю антилюдській пропаганді правду. Наполеглива праця (часто рутинна) і нестереотипна думка – це те, що потрібно для здорового життя Земної біосфери та людства як її складової. На одиницю енергії, виробленої за допомогою електростанції, що приводяться в дію Сонцем, потрібно затратити на два порядки більше праці (людино-годин), порівняно з традиційною енергетикою (вуглецеві корисні копалини, АЕС). Забруднення біосфери полімерами й іншими ксенобіотиками в принципі підлягає вирішенню, та для цього теж необхідна відчутна затрата людино-годин рутинної роботи. Альтернатива сучасному сільському господарству (а воно ставить під загрозу фізичне здоров'я людства – через пестициди й антибіотики) – теж існує. Ця альтернатива – освоєння океану, технології на зразок «пробіркового м'яса». Сюди теж потрібні затрати енергоносіїв, рутинної праці й інтелекту – в існуючі незавершені і принципово нові розробки.

Звучить непривабливо?

Проте іншого виходу я не бачу. На кону стоїть повноцінне життя людини: з правом не бути підданим хронічним захворюванням (від радіонуклідів, озонових дір, антибіотикостійких патогенів, речовин-розупорядковувачів



Андреас Могенсен, астронавт Міжнародної космічної станції, зафіксував з космосу гігантські айсберги, що пливають у південній частині Атлантичного океану. Айсберги мають різні розміри, серед яких виділяються три найбільші, можливо, решта є частиною цих айсбергів, які відкололися під час подорожі в океані. Таяння айсбергів є ще одним нагадуванням про те, що клімат на Землі змінюється, льодовики швидко тануть, а рівень глобального океану підвищується.
Live Science, Dec. 3, 2023, Image credit: ESA/Andreas Mogensen



гормональних процесів), з правом на «спілкування» з матеріальними носіями історичної пам'яті (включаючи цвинтарі).

Наведу аргументи на користь існування згубної глобальної пропаганди. Визнані передовими експертами наукові дослідження свідчать, що несприятливі фактори довкілля не відіграють статистично достовірного значення в появі онкологічних захворювань у населення. Ця ідея насаджується в глобальному суспільстві. Цьому наративу дає відсіч музей зібраних після 1986 року на Житомирщині експонатів істот-потвор (зокрема тварин, народжених з кількома головами) українським генетиком **В.С. Коноваловим**. Мотив пропаганди зрозумілий – якщо проблему онкогенезу розв'язувати, починаючи з довкілля, то й попит на послуги онкологічних клінік знизиться.

Існує новітня галузь медицини – прикладна кінезіологія. Її представники свідчать, що численні розлади внутрішніх органів людини походять від порушень опорно-рухового апарату (зокрема системи м'язів). Світова традиційна медицина неохоче визнає цю новітню галузь. Розв'язання негараздів здоров'я шляхом остеопатичної корекції суттєво знижує потребу пацієнтів звертатися до «традиційних» лікарів, споживати дорогі продукти фармацевтичної індустрії. А це та позиція на ринку, яку не хочуть здавати заводи хімпрому.

Щойно сказане є по суті прямою аналогією з ринком пестицидів. (Цікаво, що деякі компанії, як от «Бауер», виробляють і ліки, і пестициди). Останніми десятиліттями пропагується комплекс тенденцій в агровиробництві (мінімальний механічний обробіток ґрунту, надврожайні сорти і гібриди), які не можуть існувати самостійно – без пестицидів. Як і у випадку з лікарськими засобами, компанії хімпрому утримують у своїх руках величезні фінансові потоки.

Сонячної енергетики нібито ніхто й не заперечує, але разом із тим стримуються розробки в цій сфері – бо потрібно позвількати з тим, щоб комусь ще заробити на вугіллі, нафті й газі. Також у минулому десятилітті деякі європейські науковці отримали з бюджету Євросоюзу кошти на комплекс розробок, щоб адаптувати двигуни до біодиз-

зелю. Пізніше стало зрозуміло, що біодизель не зарадить глобальному потеплінню, як це пропагувалося раніше.

Це тільки кілька прикладів того, як пересічному землянину запудрюють мізки спотвореним баченням проблем технолого-економічного характеру. Цих проблем є велика система. Та вони поступово переходять у культурологічні проблеми. Національної історії й культури нібито ніхто й не заперечує, але глобалізм перетворює їх на картинку для «Discovery». Ризик полягає в тому, що нація чи будь-яка самобутня спільнота людей перестає жити в стані розвитку – натомість стає як красивий метелик, «зафіксований» спиртом в ентомологічній колекції. Людська спільнота в стані повноцінного життя з рішучішою готовністю стане на захист свого природного середовища. У наш час важливо бути здатним до протистояння інформаційному шуму. Зокрема, комп'ютеризовані соціальні мережі – це сурогат, що приходить на зміну традиційним соціальним мережам: системі стосунків між односельчанами, членами трудового колективу тощо.

Історія та її матеріальні носії цементують людей в спільноті. Такі спільноти з високою готовністю протистоять зовнішнім руйнівним впливам: чи то політичним, чи то техногенним. Існування таких зцементованих спільнот не вигідно ні політичним, ні економічним пропагандистам, тому і спостерігається прагнення розцементувати людство комп'ютеризованими сурогатами, підмінити творчість оригінальної розповіді між членами спільноти на змодельовану картинку зі ЗМІ.

Чим відрізняється суспільство комп'ютеризованих соціальних мереж від природних соціальних мереж? – Образно кажучи, тим, чим гранули субстрату для гідропоніки від справжнього ґрунту. Загалом і те, й інше годиться для вирощування городини, от тільки якість буде іншою і ґрунтозамінник «не схоче» протистояти ерозії – як це робить природний ґрунт.

Втім, наскільки я стою на позиціях антиглобалізму в історії й культурології, настільки я є прихильником глобалізму в сфері передових технологій. Якщо комусь вдалось розробити передову технологію, то не приховуй її – не втрачай можливості врятувати світ.

Людство опиняється перед питанням: чи крокувати до руйнування біосфери (а це передумова підриву фізичного здоров'я населення), чи облаштовувати середовище життя з мінімальним ризиком руйнувань. Останній із цих варіантів – можливий на основі технологій, відомих, і тих, які перебувають на стадії розробки. Наріжна проблема полягає в тому, що велика (можливо, переважна) частина людства в своїх думках не готова зробити вибір на користь життя в здоровому стані ціною більших зусиль, а не оманливих спрощених рішень. Тобто ця частина віддає перевагу тому, щоб, докладаючи мінімум зусиль, змиритися з приреченістю на загибель. Такі люди міркують: хай я проживу 35 років, а не 70, але буду оточений розкошами й усіляким комфортом. Або ще: живу одне життя, а тому яка різниця, що залишиться після мене майбутнім поколінням. Оце, власне кажучи, і є та ментальна платформа, яка, на жаль, вже протягом багатьох десятиліть «інсталюється» в свідомість обивателя-землянина за допомогою засобів масового впливу: засобів масової комунікації, освітньої системи, мас-культури, поведінки громадських та політичних діячів тощо.

Яким чином «роззобувати» людство – вивести з-під цього впливу? – Я не бачу іншого шляху, як вживлювати в свідомість те, що Праця, а також Природа в її цілісності належать до системи найвищих людських цінностей (поряд із Правом на Свободу, Вірою тощо). Не виключаю, що хтось запропонує також і інші – додаткові шляхи.

Чи справді варто «роззобувати» людство, чи, можливо, нехай кожний живе собі в атмосфері облюбованих ним переконань? Принципова відповідь: останнє неприпустиме, бо біосфера в нас – єдина, а тому, якщо одні нищитимуть її своєю жорстокосердністю й недбайливістю, то в решти людства буде по суті відібрано право жити повноцінно – дихати на повні груди.

Відтак, ми підійшли до поняття «право людини на належний стан довкілля» (далі: «право на довкілля»). У наш час це поняття, на жаль, не вітається на майданчиках громадських обговорень.

Сьогодні право будь-кого з землян жити під цілісним озоновим шаром не захищене. Тому всякі аерокосмічні агентства й «Лони Маски» можуть шкодити озоновій завісі запуском літальних апаратів. Скажете: ми живемо у вільному суспільстві і це їхній бізнес – кожний заробляє на хліб, як може. «Добре», скажу, «нехай тоді створюють заводи, які б регенерували озон в атмосферу». До речі, подібне стосується і засилля орбіти Землі штучними супутниками, засилля земної поверхні радіотрансляторами, які опромінують кожного з нас електромагнітними хвилями шкідливої довжини. Тут теж є альтернатива – передавайте сигнали кабелем.

Ікра і м'які тканини тіла арктичних і антарктичних риб сьогодні є накопичувачем пестицидів, часто згубних для тваринного, людського здоров'я. Речовини-ксенобіотики, на жаль, добре передаються через ланцюги живлення. То чому хтось має потерпати від отруєних морепродуктів, через те, що агробізнесмени «піднімають» великі гроші за допомогою хімізації довкілля. Подібне стосується й антибіотиків, застосовуваних у ветеринарії. Вони є приводом для виникнення антибіотикостійких мікроорганізмів у біосфері. Цим самим унеможливується медикаментозна лікування низки інфекційних захворювань людини.

Льодовикові шапки плавляться і приморські низовини йдуть під воду (якщо не сьогодні, то в передбачуваному майбутньому) через те, що комусь до вподоби набивати кишені, торгуючи викопним вуглецем. Ядерна енергетика робить додатковий внесок у глобальне потепління, до того ж створює сховища відпрацьованого ядерного палива. Сховища мають гарантійний термін порядку ста років. Якщо після цього відпрацьоване паливо не перезахоронити, то радіонукліди просочаться у «вільне плавання» біосферою. Деякі з цих ізотопів не були «знайомі» земній біоті, доки їх не створила людина в реакторах АЕС. Таким чином, розв'язання проблеми відпрацьованого ядерного палива перекладається на плечі нащадків.

Масове застосування пластику й інших небіодegradабельних полімерів – це ще одна людська безглуздість. Умовний супермаркет ставить лейбу «Біорозкладний пакет» і цим знімає з себе юридичну відповідальність за чистоту довкілля. Мало який споживач задумується на тим, що полімери пакету не знищуються природним шляхом, а тільки розкладаються до мікро- та наночастинок пластику. Такі невидимі частинки – значно більша небезпека за видимий пластик, бо вони здатні проникати в кров, тканини мозку тварин і людини.

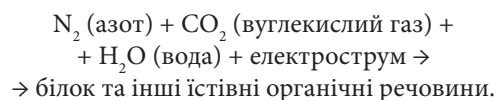
Це тільки поодинокі приклади того, наскільки захищенням є право на довкілля пересічного землянина. Проте, здається, пересічний землянин і не прагне захищеності цього права. Адаже задля цього доведеться сплачувати в сотні раз більше за енергоносії, відшкодовувати затрати службам, які опікуватимуться пост-споживчою та пост-виробничою фазами життя продукції, тощо. Мені здається, свідомість пересічного землянина ще не дозріла до відчуття потреби у праві на довкілля. Мабуть, подібним чином античне суспільство не усвідомлювало того, що володіння людською істотою – рабовласництво – є злочинним. Знадобилися століття, щоби свідомість античної людини еволюціонувала.

Зараз у нас немає часу чекати століття – біосфера руйнується з нечуваною раніше швидкістю. Тому потрібно стимулювати суспільні маси до якнайшвидшого когнітивного прогресу.

Я думаю про це, бо бачу факти.

З одного боку:

1. Існують розробки (Lu et al., 2020), за якими можна виробляти істивні органічні сполуки без участі живих організмів – за сумарним рівнянням реакції:



2. Істивні речовини – це ще не смачна, звична для нас їжа. Втім, на стадії розробки перебувають біотехнології формування із цих речовин звичних для нас харчових продуктів. Це технології так званих «пробіркового м'яса», «пробіркових яєць», «пробіркового молока». Не виключаю того, що можна буде розробити і біотехнологію «пробіркового ендосперму», «пробіркових сім'ядоль» з метою біотехнологічного виробництва борошна, круп – це дасть змогу не виснажувати ґрунти вирощуванням продовольчих культур.

3. Численні технології освоєння морів і океанів можна поділити на дві частини. Перша – марікультура, тобто вирощування мікро- та макроводоростей (заміна отримання органічної речовини завдяки сільськогосподарським і лісовим культурам). Одним із шляхів подальшого використання водоростей є згодовування їх риби, молюскам, ракоподібним та іншим водним тваринам – це приваблива альтернатива традиційному тваринництву. Друга частина – спорудження штучних плавучих островів у відкритому морі. Плавучі платформи – це основа, по-перше, для сонячної енергетики (можна буде не спотворювати земні ландшафти і не перегрівати суходіл¹), по-друге, знову таки для індустрії марікультури. Наявність місцевого джерела енергоносіїв відкриє можливість відчутного здешевлення собівартості продукції морського фермерства порівняно з сучасністю цієї галузі.

4. Сьогодні відомі технології переробки стічних вод і твердих побутових відходів, які, по-перше, зводять до мінімуму втрати елементів мінерального живлення з виробничо-споживчого колообігу; по-друге, запобігають поширенню органічних забрудників (зокрема антибіотиків) у середовище біосфери.

5. Зараз активно формується промислова галузь, призначена для вилучення з атмосфери вуглекислого газу – так звана «*direct air capture*» (Sanz-Pérez et al., 2016; Keith et al., 2018). Відомі способи відновлення вуглецю із цього газу або до чистого вуглецю, або до метану й інших вуглеводнів аліфатичного ряду. Перше відкриває можливість зниження парникового потенціалу атмосфери; друге забезпечує для індустрії органічного синтезу сировину, альтернативну викопному природному газу, а для біотехнології – субстрат для виробництва цінних органічних речовин за допомогою вирощування мікроорганізмів.

З другого боку:

1. Подальший розвиток сільського господарства за його сучасною парадигмою виглядає тупиковим шляхом. Щоби прогодувати зростаюче у своїй кількості людство, потрібно нарощувати виробництво рослинницької і тваринницької продукції чи то в екстенсивний, чи то в інтенсивний спосіб. Перший призведе до збіднення біорізноманіття, подальшого руйнування системи біогеографічних бар'єрів і коридорів. Як наслідок отримаємо біоінвазії. Їхню небезпеку людство ще до кінця не розуміє. Інтенсивний спосіб неможливий без хімізації і зрошення. Хімізація тотально підриватиме стан фізичного здоров'я людства, адже отрути мігрують на десятки тисяч кілометрів. Зрошення відбиратиме ресурси прісної води в людини-споживача, а також у природних екосистем, наприклад лісів, а вони відіграють незамінну роль у забезпеченні низки екосистемних функцій (зокрема кліматотвірної функції). До того ж зрошення підсилює негативний ефект хімізації, оскільки усуває численні бар'єри для міграції токсинів.

2. Я бачу необхідність зниження вмісту парникових газів у атмосфері. Важливу допомогу в цій справі можуть відіграти ґрунти. Використання ґрунтових ресурсів у ролі довготривалих сховищ для відновленого вуглецю не створює небезпеки забруднення – на відміну від сільського господарства в сучасній парадигмі.

3. За прогнозами експертів ресурсів викопного фосфору, що є незамінною сировиною для сільськогосподарського виробництва, людству вистачить не більше, ніж на кілька століть (Cordell, 2010; Wrage et al., 2010). Логічно очікувати, що у відносно недалекому майбутньому глобальна продовольча політика визначатиметься не країнами, що мають родючі ґрунти, а монополією тих, хто володіє родовищами фосфатів: Марокко і Зх. Сахарою, КНР, США, Йорданією. У цьому полягає геополітичний аспект проблеми. Екологічно-безпековий аспект полягає в тому, що володіючи вичерпними ресурсами фосфатів доцільніше використати їх для вирощування лісів і трав із метою подальшого депонування вуглецю, вилученого з атмосфери. Наголошу на тому, що продовольство принципово можна виробляти без участі ґрунтів, а вирощувати ліси та луки без ґрунтів неможливо!

4. Депонування вуглецю – тільки одна з екосистемних функцій, забезпечуваних природними екосистемами суходолу. До інших екосистемних функцій належить регулювання біогеохімічного й водного колообігів (зокрема згладження піків меженив і повеней на річках) (Константинов, 1968; Алпатьев, 1969), очистка води (формування ресурсів, придатних для пиття), знешкодження забрудників (фізичної, хімічної і біотичної природи), група кліматотвірних функцій (підстильна поверхня впливає на переміщення повітряних мас, на забарвлення, точніше «світлість-темність» поверхні (відоме як показник альbedo), а це в свою чергу на тепловий баланс). Більшість із екосистемних функцій унеможливорюються або значно погіршуються внаслідок сільськогосподарського використання ґрунтових ресурсів. Агросектор економіки – конкурент екосистемних функцій за ґрунти, воду, фосфор. Про технологічні заміники агросектору я розповів вище. На противагу цьому заміників більшості екосистемних функцій не існує.

Розширення біотехнологій «пробіркових» продуктів не скасовує на майбутнє потреби в ремеслі агронома. Очікувано, що природні ґрунти будуть мати цінність, як зараз, так і в майбутньому. Річ у тому, що першочерговими джерелами важливих для людського організму мікроелементів є овочі, фрукти, ягоди, лікарські рослини. В світлі наукових уявлень (Ковальський, 1974; Перельман, 1982), природні ґрунти забезпечують особливість режиму надходження зольних елементів до рослинного організму, який зазвичай складно відтворити за допомогою штучних ґрунтозамінників. Основними депо мікроелементів у рослин є соковиті органи, а не насіння. З цих міркувань акцент у галузі виробництва тканин насіння я пропонував би зосередити на «пробіркових» біотехнологіях, а у галузях плідництва, овочівництва і лікарського рос-

¹ Річ у тому, що фотоелектроперетворювачі електростанцій, будучи чорними поверхнями, продукують додаткове тепло до середовища географічної оболонки. Більшість площі суходолу є відносно світлими поверхнями, тоді як поверхня морів й океанів за рівнем «чорноти» близька до фотоелектроперетворювачів. Отже, спорудження сонячних електростанцій у відкритому морі мінімально змінює тепловий баланс географічної оболонки.



лінництва не змінювати традиційного підходу – використання природних ґрунтів і природних кліматичних умов. Скажімо, відомим фактом є те, що фармацевтична якість кореня женьшеню, зібраного в природному ареалі зростання, значно перевищує якість того, який зібраний поза цим ареалом – в умовах інтродукції. Слід пояснити, що в багатьох випадках мікроелементи краще засвоюються, будучи спожитими в складі рослинних продуктів, аніж у складі в медикаментозній формі (Корзун зі співавт., 2013). Це пояснюється зокрема тим, що соковитим рослинним тканинам властиво структурувати воду. Численні мікроелементи «в оточенні» структурованої води – оптимальна форма для засвоєння тваринним, зокрема людським, організмом.

Таким чином, сьогодні – переддень переосмислення того, яку цінність для людства несуть ґрунтові ресурси (Kemper et Lal, 2017).

5. Переселення людей поза Землю – на інші космічні тіла – схоже, не дасть принципового розв’язання проблеми. По-перше, на будь-якій іншій планеті ми зіткнемося з тими ж проблемами економіки замкнених циклів, що й тут – у себе вдома – на Землі. Якщо ми нехтуємо розробкою економіки замкнених циклів тут, то й у незнану далечінь нема чого потикатися. По-друге, позаземне середовище відзначається високим рівнем іонізуючих агентів. Вони є джерелом як соматичних мутацій (один із наслідків – онкогенез), так і спадкових мутацій, поєднаних із порушеннями в статевих залозах (наслідок – неможливість народження повноцінного потомства). Це не теорія – живими прикладами є астронавти, що повернулися з космічних місій. Стверджую це як кандидат наук, захищений на темі космобіології. По-третє, сприятливий емоційний стан людини, створюваний природним середовищем, – це не патетичний вимисел, а факт, доведений дослідженнями. В одному з них учні навчального закладу, оточеного техногенним ландшафтом, показували нижчі показники успішності порівняно з учнями закладу в середовищі природного ландшафту (Wu et al., 2014). Сюди ж можна додати те, що людина еволюційно сформувалася не як гнотобіонт,

а як один із «вузлів» у мережі міжвидових зв’язків. Навряд чи належну систему міжвидових зв’язків вдасться відтворити на Марсі чи Місяці. Що стосується мережі внутрішньовидових зв’язків, то науковці встановили, що відчуття суспільного комфорту задовольняється перебуванням у групі близько 300 знайомих людей – це видова поведінкова ознака нашого біологічного виду. Намір колонізації позаземних середовищ залишає відкритим питання підтримання суспільного комфорту.

Численні різновиди антропогенної шкоди докіль чимось нагадують промінь у геометрії: сам акт шкоди – це точка, а негативні наслідки, які лягають на плечі біосфери та людства, простягаються лінією в нескінченність – в даному випадку за координатою часу. Ось один із багатьох прикладів. Умовна одиниця парникових газів викидається суб’єктом господарської або побутової діяльності один раз. Проте наслідок цього викиду виражається не в додаткових джоулях (енергії), а у ватах (потужності), що їх додатково отримуватиме географічна оболонка у всі наступні роки.

Сучасна загальноприйнята методика економічних моделей, пов’язаних із поняттям «потенціалу глобального потепління», приймає (за замовчуванням), що парникові гази діють у ролі «нагрівачів» географічної оболонки сто років, а потім нібито фотосинтезувальна біота повинна їх поглинути. Уявлення про «сто років» (для життя парникових газів у атмосфері) взяте навмання. Воно суперечить принципам термодинаміки: по-перше, вуглець (як і багато інших елементів) прагне до самовільного окиснення, а не до відновлення оксидів. По-друге, самовільним є не процес переходу з розчину в локальне скупчення, а навпаки – процес розчинення.

Ще одна несправедливість – ринок квот емісії парникових газів. Кіотський протокол зобов’язує держави звести викиди парникових газів до рівня продукування останніх у 1990 році. Виходить так, що Протокол законодавчо закріплює «рівень насильства» (по відношенню до довкілля): рівень вираженості країни корелює з рівнем потужностей енергетики, який країна встигла наростити до згаданої дати. Усвідомимо собі, що сучасна ситуація з торгівлею квотами на викиди – це по суті ринок торгівлі благами, що викрадаються в біосфери.

Нам здається, що економістам-створювачам суспільної думки вигідніше транслювати суспільним масам вищеописане враження про точковість (у координатах часу) ефектів шкоди, ніж доводити до суспільства непохитність істини, що її несуть геологічна історія, термодинаміка й інші галузі природознавства, які інтерпретують зміни в природі.

Сказане наштовхує на *фундаментальне питання: свободи та її неминучої супутниці – відповідальності*. Хрестоматійно це питання змальоване в біблейському сюжеті про вихід (втечу) юдейського народу з Єгипту. Частина співбратів Мойсея віддавали перевагу поверненню в неволю – під відповідальність єгиптян – замість того, щоб жити на свободі.

Здається, Господь заохочує всіх до свободи, проте не змушує нікого насильно – дає час на дозрівання. Один із виявів свободи – не бути рабом чужих думок. Особливо ж коли людина віддається ілюзорним ідеям – тим, що відверто суперечать логіці точних і природничих наук.

Сьогодні постає нагальне завдання – прищепити в молодших поколіннях природну потребу самостійно мислити: не покладатися на підказки лже-авторитетів або штучного інтелекту (ШІ). Безумно було би відмовлятися від послуг ШІ. Багаж професійних знань, накопичених за багато століть, схоже, вже не можуть обробити мізки експертів навіть усього світу; ШІ – чудовий засіб допомоги. Проте слід усвідомлювати, що хоч якими б неперевершеними не були штучні засоби розв'язання задач у різних сферах, важливо не дати атрофуватися природному мисленню.

У багатьох країнах прийнято, що якщо якийсь населений пункт або суб'єкт діяльності розташований вище по течії річки, то він відповідає за те, щоб до суб'єкта нижче по течії доходила незабруднена вода. Якщо ж воду не вдається очистити, то верхній суб'єкт відшкодує нижньому незручності, збитки.

Велика частина проблем у стосунках між суспільством і природою, зокрема довкіллям, зводиться до того, що людство вперто відмовляється сприймати наступні покоління людей як сусідів, нижче по річці. Справді: чому б не перенести просторове уявлення про течію (річки) в часовий вимір? Якщо дотримуватися такої логіки, то сучасне покоління повинно було б відшкодувати кошти або інші цінності до спеціального фонду – який би заступався за інтереси нащадків. Важливо те, що розмір стягнень мав би бути не символічним, а таким, щоб нащадки могли забезпечити собі умови життя, не гірші, ніж їх маємо ми!

Очевидно, якби цей механізм працював, то сучасне покоління десять раз би подумало, чи заподіювати шкоду природі, чи подбати про альтернативні напрями діяльності.

– Добре, – зауважить хтось, – нехай економіка відшкодуватиме кошти до фонду «Для інтересів нащадків», а представники наступних поколінь ще навіть не народилися. Це означає, що кошти «ляжуть на дно», замість того, щоб їм працювати, приносячи користь.

Моя ідея полягає в тому, щоб фонд «Для інтересів нащадків» був не пасивним гравцем, а активно займався справою інвестування в те, що допоможе нащадкам розв'язувати проблеми порушення природи, а саме:

1. Діяльність з управління екосистемними функціями. Скажімо, якщо на місці пустелі, пустки або антропогенно деградованого ґрунту насадити ліс або закласти луку, то ці об'єкти слугуватимуть буфером, який протидіятиме змінам клімату, а також – прихистком для чисельних диких видів рослин і тварин.

2. Фундаментальні й прикладні наукові розробки, які з сучасних міркувань здаються нерезонними. Скажімо, як простежувати «логістику» антибіотиків чи інших біоактивних медикаментів після їх вжитку. Ці речовини виділяються здебільшого з екскрементами і потім «гуляють» природними водоймами і ґрунтами. Як наслідок виникає антибіотикостійка мікрофлора і змінюється видова структура біоценозів. Було би проривом, якби людство навчилося ставити заслони на їхньому шляху «у вільне плавання». Інші приклади: екстрагування біогенних елементів зі Світового океану (як альтернатива руйнівним для біосфери гірничим розробкам) або ось селекція симбіотичної мікрофлори сільськогосподарських тварин з метою ефективнішого перетворення кормів на цінні речовини в складі тваринницької продукції. Таких напрямів є безліч.

3. Безпосередня протидія несприятливим впливам. Так, уже зараз вдалося виділити особливі штами мікроорганізмів, які здатні знешкоджувати вуглеводні з конденсованими ароматоциклами (Seo et al., 2009). Оскільки ці сполуки є й отрутами і високоактивними мутагенами, то більшість видів біоти не можуть не те, щоби впоратись із їхнім перетворенням, але й «підступитися» до них, бо ці молекули відразу б'ють по геному як по центру прийняття рішень. Зазначені штами наділені унікальною властивістю – обхитрювати ці згубні молекули. Якщо вкладати кошти в заселення цими штамами ділянок простору з високою ймовірністю появи зазначених вуглеводнів, то вони будуть руйнувати конденсовані ароматоцикли. Це знизить ризик мутагенезу численних біологічних видів, зокрема людини.

Три перелічені напрями – тільки ілюстрації, та ними не обмежується коло вхідних точок для інвестування задля користі прийдешніх поколінь.



Пропоновану модель економічної відповідальності сучасного покоління перед прийдешніми слід розуміти як таку, що завдасть скрути світовому господарству в сучасному вигляді його існування, оскільки ціна за багатьма видами шкоди, зокрема потенційної, значно більша, ніж отримувани вигоди. Просто нам – сучасному поколінню – зручно закривати на це очі.

Особливо високою є ціна нівечення спадковості. Теоретично можна уявити, що навіть довго живучі забрудники на зразок високорадіоактивних ізотопів люди навчаться екстрагувати з постраждалих об'єктів біосфери і транспортувати світ за очі в космічний простір. Можна уявити, що людство вмітиме ефективно справлятися із інвазіями шкочинних біологічних видів. Та як позбутися від забруднень сфери спадковості? Як перешерстити величезний генофонд людства на предмет антропогенних пошкоджень, не посягнувши при цьому на будь-чию біологічну самотність?

Варто підійти зважено до пропонування нової моделі. У природи є цікава властивість: багато в чому природа дає відповідь на збурення із затримкою. Так, промокнувши під дощем, ми впадаємо в застуду не відразу ж, а через деякий час. Можна цим часовим зазором скористатись для теплої ванни, гарячої їжі, тим самим зменшивши складність хвороби, а можна вештатись у мокрому одязі в холодну погоду і злягти із запаленням легенів. Природа дає фору людині на виправлення помилки.

Те саме має місце і на широкомасштабному рівні. Втім там фора вимірюється не годинами, а роками, десятиліттями, людськими поколіннями. У широкому розумінні теплова та ядерна енергетика, пестициди й інші створені людиною хімікати – це зло. Проте на короткій дистанції їх можна розглядати як рятівні засоби для людини. Хімізація протягом десятиліть забезпечувала високу продуктивність світового сільського господарства – знижувала спалахи голоду. Можливо, без цього гостріше виникали б військові протистояння в змаганні за збіжжя і земельні ресурси. Очевидно, ядерна енергетика знижує навантаження на нафтогазову промисловість. Завдяки цьому маємо менше забруднення океану й атмосфери. Деякі небажані для системного використання медикаменти свого часу допомогли здолати моровиці.

Природа щедро дає людині позику, а нам варто усвідомлювати, що живемо не на зароблене власноруч, а в режимі кредиту.

Виходячи з логіки енергетики відновлюваних джерел (саме вона є прийнятною для безпеки біосфери), рівень життя буде найдешевшим у низьких – близьких до екватора – географічних широтах і все дорожчим в міру віддалення до полюсів². Це пояснюється тим, що затрати на спорудження і поточне обслуговування одиниці площі енергетичних потужностей (панелей фотоелектроперетворювачів; світлозбиральних дзеркал – у випадку concentrated solar power; фотохімічних «комірок»)

є однаковими скрізь, тоді як віддача від одиниці енерговиробничої площі знижується від екватора до полюсів. Звідси випливає, по-перше, вища собівартість продукції, виробленої у далеких від екватора широтах. Насамперед це стосується енергозатратних виробництв, наприклад металургії, хімії органічного синтезу, важкого машинобудування, цукроваріння, опріснення води. По-друге, жителям умов помірних і полярних кліматів доведеться більше платити зі своєї кишені за обігрів будівель, а відтак і «собівартість» робочої сили в цих умовах буде дорожчою. (Щоправда, сьогодні в жарких країнах відчутна частка енергоносіїв витрачається на кондиціонування-охолодження приміщень, однак, здається, для цього процесу можна значно легше знайти енергозберігаючі технології, ніж для обігріву). Таким чином, матеріальне виробництво в умовах Глобальної Півночі (до якої належить і Україна) опиниться у менш конкурентно вигідному становищі порівняно з Глобальним Півднем.

Стимувати технологічний розвиток Глобального Півдня – недоцільно з міркувань нагальної потреби встановлення в цьому регіоні вартісних і енергозатратних технологій, спрямованих на збереження довкілля: знешкодження не-біодеградельних полімерів, очистки стічних вод та інших побутових відходів, стримування використання земель у сільському господарстві. Річ у тому, що тропічне землеробство пов'язане з підвищеною уразливістю ґрунтів до ерозії, випалюванням саван та іншими руйнівними для суходільних екосистем процесами.

Виправданою стратегією є перенесення основних глобальних потужностей матеріального виробництва на Глобальний Південь. По суті це зміна полярності світового господарства порівняно з сучасністю. Чи не підпилюю я (як житель Глобальної Півночі) гілку, на якій сиджу? – Підпилюю! Віддаю перевагу правді перед економічним патріотизмом.

Економічною нішею Глобальної Півночі, на мій погляд, повинне бути насамперед інтелектуальне виробництво: патенти на затребувані винаходи, вироби високих технологій, освітні послуги тощо.

Цікавою є ще одна тенденція – зростання попиту на дефіцитні природні матеріали, потрібні для новітніх технологій. Зокрема для трансформації електроенергії у водень і навпаки потрібні благородні метали на зразок іридію. Сьогодні відчутною часткою покладів рідкоземельних металів володіє КНР (Nguyen, 2023). Як у перспективі складеться ситуація на відповідному ринку залежить від успіхів геологічної розвідки. З цих міркувань я вважаю, що геологія – одна з галузей, за якими майбутнє.

У майбутньому стані – поза війною – Україна може посісти ніші експорту електроенергії від АЕС і сільгосппродукції, проте це навряд чи прогодує сорокамільйонне населення. Взагалі я вважаю, що нарагив про українців як хліборобів і гречкосіїв – для нас шкідливий попри те, що ця пропаганда йде не ззовні, а здебільшого зсередини нас самих.

² Шляхом апроксимації емпіричних довідкових даних про надходження сонячної радіації до земної поверхні на різних географічних широтах за умов безхмарного неба ми вийшли на емпіричну формулу середньорічної віддачі потужності з одиниці площі:

$$I = \left(\frac{\sqrt{2}}{2} + \left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2} \right) \cos(2\varphi) \right) I_0$$

де I_0 – віддача потужності на географічному екваторі; φ – географічна широта в радіанах. Таким чином, на широті 45° відносна потужність становить $\frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0,707$, а на географічних полюсах – $1 - 2 \cdot \left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2} \right) \approx 0,414$ від потужності, властивій географічному екватору.

Через цей наратив ми хочемо закупоритися в зручному для нас стані лялечки – лінуємося стати метеликом. Лінуємося включати голову – багатство природних ресурсів робить нам ведмежу послугу. Чимало націй в історії пройшло етап землеробства, але ніде це не зводиться на епічний п'єдестал – люди йдуть далі!

Інтелектуальні продукти у вигляді освітніх послуг, патентів, оригінальних виробів – цій ніші потрібно віддавати пріоритет. Навряд чи ми без цього виживемо, а якщо й виживемо, то будемо розвіяні по світу, як трудові мігранти в сфері ручної праці.

Одним із провідних напрямів на першому кроці виборювання українською економікою своєї ніші на арені перспективного міжнародного поділу праці є розвиток освіти. Розділімо його на гуманітарну і негуманітарну частину. Саме негуманітарна частина може зацікавити зарубіжного споживача – стати предметом експорту – джерелом надходжень у зовнішньоекономічній діяльності. Будьмо відверті: гуманітарні дослідження (а вони зараз спрямовані здебільшого на місцеву історію, археологію, культуру і т. д.) навряд чи масово зацікавлять зарубіжного споживача. Сильна негуманітарна освіта – передумова, по-перше, для розвитку в Україні сфери послуг, пов'язаних із навчанням зарубіжних студентів; по-друге, можливості виїзного викладання українських викладачів у закладах за кордоном – це за умови, що вони бачитимуть доцільність інвестування своїх заробітків в українську економіку. Для цього необхідна організація цієї економіки на раціональних основах.

Я аж ніяк не применшую значимість гуманітарної частини освіти й науки. Вона мала би бути засобом протидії тим небезпекам інформаційного впливу на українців, які йдуть із закордону. Негуманітарна і гуманітарна частина ніколи не замінять одна одну, а тому перекося в той чи в інший бік свідчить про нездоровий стан інтелектуальної сфери держави.

Безперечно, те, чи зробить людство вибір на користь ощадливої стратегії природокористування в значній мірі залежить від екологічної освіти. Очевидно, екологічна освіта – це не стільки сума знань про різноманітні забруднення, біорізноманіття тощо, скільки новий підхід у мисленні людини. Прищеплення людям цього підходу включає зокрема такі речі:

1. Насаджувати потребу в тому, щоб мислення було самоціллю. Мислити в даному випадку – значить постійно шукати нові джерела знань та аналізувати отримані знання.

2. Виховувати толерантність до тих, хто несвідомо чи свідомо робить згубні дії по відношенню до природи. Засудити винуватого зазвичай легше, ніж стати його адвокатом. На мою думку, адвокатство потрібно для того, щоби проаналізувати систему причин, які мотивують те чи інше суспільство до недбання про природу. Виникає своєрідна інтрига, конфлікт.

3. Добре було б створити весь курс базової екологічної освіти з позиції системи конфліктів. А їх чимало і у самої природи, і в стосунках між довкіллям і людиною. Передусім в пам'яті слухачів затримуються образи конфліктів, а тоді вже сухі факти, декларації, засновані на логіці.

Хтось може доповнити цей перелік іншими пунктами. Я прагнув задати тон екологічної освіти: в центрі уваги має бути аудиторія, до якої звертаєшся, а потім уже – контент.

Усі твердження, які я перелічив у розповіді про новітні технології, зокрема у зв'язку з властивостями екосистем і організмів (див. стор. 17-19), з наукової точки зору, безумовно є нечіткою логікою – умовами невизначеності. Важливо розуміти, що невизначеність – це не відсутність знань, а усвідомлення того, що знання є неповними – що залишається непізнана зона.



У результаті прийняття рішень за умов повної визначеності отримуються однозначні, жорсткі відповіді, зокрема моделі дій. Умови невизначеності передбачають гнучкі відповіді. Гнучкі – це не тому, що вони неякісні, а тому, що дозволяють коригування рішень у міру пізнання непізнаних зон. Це віддалено нагадує те, як *Дмитро Менделєєв* залишив у Таблиці періодичної системи незаповнені комірки – для хімічних елементів, які мали бути відкритими в подальшому.

Розуміння цього важливо для вибудовування стратегії педагогіки роботи з суспільством. Із суспільством потрібно працювати з метою пояснення необхідності докдання зусиль додаткових, порівняно з нинішніми, заради безпеки в майбутньому. До засобів втілення педагогіки я відношу ЗМІ, різні форми освіти.

Сучасні освіта і журналістика здебільшого вважають, що сила поширюваної інформації в однозначності. Для завдань популізму – це працює на всі 100 %, та якщо хочеш правдивого контакту з аудиторією, то повинен залишити собі право на помилку, щоб аудиторія тобі пробачила.

Наведу свій приклад. Років з п'ятнадцять тому я займався розробкою однієї з технологій біотичних азотфіксуювальних систем, і тоді всім здавалося, що це горизонт науки, пов'язаної з обміном азоту. Вже зараз японці створили експериментальну систему азотфіксації поза живим організмом (її рівняння реакції дивитися вище). Не минуло й десяти років, як мої розробки стали вчорашнім днем: не те, що в плані ефективності, а в плані самої концепції. Отже, мудрість науковця є популяризувати результати досліджень таким чином, щоби суспільство дало тобі «кредит» на помилку.

Педагогіка роботи з суспільством (вона має багато спільного з PR-ом) і наукові розробки – два крила науково-технічного поступу за сучасних умов. Не підтримуватимеш контакт із суспільством – не отримаєш засобів для досліджень, їхнього схвалення. З іншого боку не отримуватимеш нових результатів у дослідженнях – програєш конкурентну боротьбу за увагу аудиторії. В ідеалі потрібно було б забезпечити нові результати як серіал, за яким би слідувало суспільство.



Якщо заглибитися в історію нашого біологічного виду, то побачимо, що неодноразово пануючий гедонізм змінювався хвилями альтруїзму – пожертви звичним комфортом. І це давало прорив у розвитку. Зокрема агресивного кроманьйонця змінив більш схильний до товариства наш пращур; на зміну зажерливому мисливству прийшло скотарство, а потім землеробство; рабовласництво одного разу вижило себе; демократичний світ прийшов до того, що смертні вироки – неприпустимість. Я вірю, що так може статися і з гедонізмом, який виражається в зажерливості стосовно природних ресурсів.

А ще сподіваюсь, що альтруїсти на світі не перевелися – хоча вони завжди були в меншості. До речі, дівість альтруїзму науково обґрунтував *Ганс Сельє*, основоположник теорії про стрес. Тому й сподіваюсь знайти підтримку серед представників фінансових і управлінських кіл та згуртувати дослідників різних напрямів під стріхою однієї ідеї – збереження цілісності біосфери як пріоритетної мети людства. ■

Література

1. Алпатьев А.М. Влагодобороти в природі и их преобразование. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1969. 323 с.
2. Ковальский В.В. Геохимическая экология: Очерки. М.: Наука, 1974. – 300 с.
3. Корзун В.Н., Подкоритова А.В., Деркач А.В. Морські водорості: Роль у харчуванні населення. І міжнар. наук. конфер. "Нетрадиційні, нові та забуті види рослин: теоретичні та практичні аспекти культивування". К.: Книгоноша, 2013. С. 453-457.
4. Константинов А.Р. Испарение в природе. Изд. 2-е перераб. и доп. Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1968. 532 с.
5. Перельман А.И. Геохимия подземных вод. М.: Наука, 1982. 154 с.
6. Cordell D. The Story of Phosphorus Sustainability Implications of Global Phosphorus Scarcity for Food Security: PhD thesis. Linköping, 2010. 220 p.
7. Keith D.W., et al. A process for capturing CO₂ from the atmosphere. *Joule*. 2018. Vol. 2. P. 1573–1594.
8. Kemper K.J., Lal R. Pay dirt! human health depends on soil health. *Complementary Therapies in Medicine*. 2017. Vol. 32. P. A1-A2.
9. Lu S., Guan X., Liu C. Electricity-powered artificial root nodule. *Nature Communications*. 2020. Vol. 11. Article No 1505.
10. Sanz-Pérez, et al. Direct capture of CO₂ from ambient air. *Chemical Reviews*. 2016. Vol. 116. P. 11840–11876.
11. Nguyen M. China's rare earths dominance in focus after it limits germanium and gallium exports. *Reuters*. 2023. July, 5.
12. Wrage N., Chapuis-Lardy L., Isselstein J. Phosphorus, plant biodiversity and climate change. *Sociology, Organic Farming, Climate Change and Soil Science*. Ed. E.Lichtfouse. Dordrecht: Springer Dordrecht, 2010. P. 147–169.
13. Wu C.D., et al. Linking student performance in Massachusetts elementary schools with the "greenness" of school surroundings using remote sensing. *PLoS One*. 2014. Vol. 9, Iss. 10. Art. No e108548.