



ПРОТАСОВ

Олександр Олексійович — доктор біологічних наук, професор, провідний науковий співробітник відділу екологічної гідрології та технічної гідробіології Інституту гідробіології НАН України



ЛЕВІТ

Георгій Семенович — доктор природничих наук, приват-доцент, робоча група дидактики біології Університету Фрідріха Шиллера (Єна, Німеччина)

АКАДЕМІК ВОЛОДИМИР ВЕРНАДСЬКИЙ: МИНУЛЕ, СУЧАСНЕ, МАЙБУТНЄ До 160-річчя від дня народження

Статтю присвячено ювілейній даті мислителя, видатного вченого, організатора науки Володимира Івановича Вернадського. Понад півтора століття минуло від дня його народження, однак аналіз праць ученого свідчить про величезну важливість для сучасності його наукової спадщини. Розглянуто деякі аспекти непростих відносин між вченням академіка Вернадського про біосферу та ноосферу і західними течіями в науці про глобальні планетарні процеси. На прикладі досліджень з еволюції біосфери показано неперебутню наукову цінність ідей вченого.

Ключові слова: В.І. Вернадський, біосфера, біогеохімія, ноосфера, еволюція.

Цього року виповнюється 160 років від дня народження видатного вченого Володимира Івановича Вернадського і 105 років від часу заснування створеної ним Української академії наук. Майже 85 років тому В.І. Вернадський підготував свою статтю про ноосферу, яка відкрила нову епоху не лише в науці, а й у стосунках між людською цивілізацією та біосферою, життям на планеті Земля. Але справа не тільки у важливих датах. Сьогодні весь світ стоїть на порозі історичних змін. Через діяльність людини сама біосфера зазнає незнаного досі впливу. Великі регіони потерпають від природних катаклізмів. На Європейському континенті знову йде кривава війна. В такі буремні часи вкрай важливо звернутися до історії, до витоків фундаментальних наукових і гуманістичних ідей.

Вернадський і війна. В.І. Вернадському довелося пережити потрясіння трьох війн. Якщо вважати початком свідомого творчого життя людини період після 20 років, майже одна п'ята наукового життя Вернадського припала на період воєн, руйнувань, страждань народів. Тим більше вражає сила наукового духу, сила творчої самосвідомості цього великого вченого. Він писав про історію своїх досліджень: «Перша світова війна особисто на моїй науковій роботі відбилася якнайглибше. Вона

змінити докорінно моє геологічне світорозуміння. В атмосфері цієї війни я підійшов у геології до нового для мене і для інших, забутого тоді розуміння природи — до геохімічного та біогеохімічного, що охоплює і косну, і живу природу з однієї й тієї самої точки зору. Я провів роки Першої світової війни у безперервній науково-творчій роботі...» [1, с. 459–460]. Пояснює цей, здавалося б, парадокс думка, висловлена в одній з його статей: світова війна змусила подивитися на те, що відбувається в соціумі і природі, під набагато ширшим кутом і в набагато більших масштабах, ніж у мирний час. Зокрема, В.І. Вернадський очолив Комісію з вивчення природних продуктивних сил, завданням якої було охопити єдиним підходом усі питання, пов'язані з природними ресурсами тодішньої держави. Думати «по-новому», писав Вернадський, означає мислити в масштабах усієї планети, всієї біосфери.

Сьогодні, під час жорстокої воєнної агресії РФ проти України, напрочуд сучасно сприймаються слова мислителя, які ґрунтуються не на окремих, соціологічних взаємозв'язках, а закономірностях планетарного, біосферного масштабу. Наприкінці Другої світової війни він робить висновок, актуальний і зараз: «Геологічний еволюційний процес відповідає біологічній єдності та рівності всіх людей. В історичному змаганні, наприклад у війні такого масштабу, як нинішня, зрештою перемагає той, хто дотримується цього закону. Не можна безкарно йти проти принципу єдності всіх людей як закону природи» [1, с. 463]. Не може бути успіху у спробі протиставити якусь одну державу «біологічній єдності та рівності всіх людей».

Як відлуння цієї думки мислителя звучать сьогодні слова академіка А.Г. Загороднього на XXXII Читаннях академіка В.І. Вернадського «Зростання ролі природничих наук у суспільному житті», які відбулися 23 грудня 2022 р.: «Науковці міцно тримають свій фронт. Своєю роботою, зокрема й організацією цих читань, ми робимо, може, не такий уже й великий, та все ж помітний внесок у зміцнення незламності нашої держави. Нам тяжко, умови дуже

складні, але ми всі працюємо. І це — запорука того, що Україна вистоїть і переможе»¹.

Вернадський і Академія. Історія Академії наук України тісно пов'язана з ім'ям Володимира Івановича Вернадського. Минуло вже понад сто років від дня затвердження її першого Статуту в 1918 р., роботу над яким очолював саме Вернадський.

Життя В.І. Вернадського пройшло в державах імперського типу — у Російській імперії та Радянському Союзі. Імперії завжди вирізнялися високою централізацією, домінуванням метрополії, особливим статусом столиць, які ставали не лише вузлами державного управління та фінансових потоків, а й центрами науки і культури. Однак зв'язки В.І. Вернадського з Україною були дуже тісними і пронизують усе його життя, тому навряд чи можна погодитися із зауваженням, зробленим самим ученим в одній з останніх його статей: «Зовсім випадково я опинився (1917–1918 рр.) на Україні, і аж до 1921 р. не мав змоги повернутися до Петрограда» [1, с. 460]. В Україні він опинився зовсім не випадково.

Коли в 1917 р. у Вернадського виникли проблеми зі здоров'ям і лікарі порекомендували змінити клімат, сім'я переїхала до Полтавської губернії, де в них з 1914 р. були земля і власний будинок. Вибір місця для створення «свого куточка» на землі також не був випадковим. Ще в 1890 р., коли Вернадський був професором Московського університету, саме тут він працював в експедиції професора В.В. Докучаєва з вивчення ґрунтів, рослинності та геологічних умов Полтавщини. Будучи політично активним громадянином, Вернадський тоді брав участь у роботі спеціальної комісії з національних питань при Центральному комітеті партії кадетів. Коли ж він приїхав в Україну, Микола Василенко, тодішній міністр освіти та мистецтв у уряді гетьмана Павла Скоропадського, запросив його до Києва для організації Української академії наук. При цьому слід зазначити, що Вернадський взяв якнайактивнішу участь у створенні Академії саме як національного на-

¹ <https://www.nas.gov.ua/UA/Messages/Pages/View.aspx?MessageID=9746>

укового центру, підтримуваного державою [2], і по праву став першим президентом УАН.

Обсяг виконаної роботи, енергія, з якою Вернадський займався організаційною діяльністю, вражають. З липня по жовтень 1918 р. тривала інтенсивна робота над Статутом нової Академії. Комісія, якою керував В.І. Вернадський, провела понад 20 засідань, на більшості з яких він головував. Вже 14 листопада 1918 р. гетьман П. Скоропадський затвердив закон про створення УАН, а 27 листопада відбулися перші Загальні збори Академії, де головою-президентом було обрано В.І. Вернадського. Плани були великі, а як на той час — грандіозні: згідно зі Статутом, планувалося створити 45 структурних підрозділів Академії, у тому числі 15 інститутів, 14 постійних комісій, 6 музеїв, ботанічний сад, астрономічну обсерваторію.

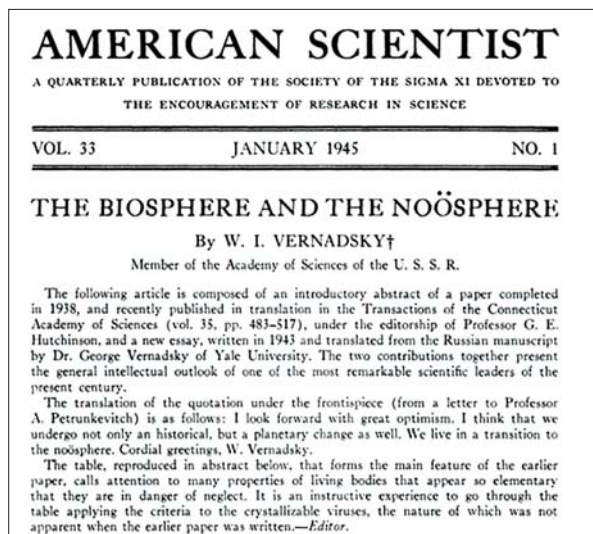
Історичні шляхи більш ніж складні, непередбачувані збіги обставин можуть відіграти велику роль. Вернадський зазначав як факт: «Мені спадає на думку, що я був тоді в Києві єдиним, хто був практично знайомий з академічною роботою» [2, с. 124]. Якби не цей перебіг подій, хтозна яким шляхом пішла б Академія і чи народилася б вона взагалі? Дійсно, 105 років існування Академії засвідчили життєздатність саме тієї моделі академічного устрою, яку запропонував В.І. Вернадський і яку він втілював у життя. Академія пережила принаймні п'ять варіантів державного устрою і по праву стала головним науковим центром у незалежній Україні.

До 150-річного ювілею академіка В.І. Вернадського Національна академія наук зробила важливу справу: було підготовлено і вийшло друком багатотомне (9 томів, деякі у двох окремих книгах) видання творів видатного вченого — «Вибрані наукові праці академіка В.І. Вернадського» (Київ, 2012). Важливим є те, що організатори і упорядники передбачили в ньому розділ «Коментарі» [1, с. 473–575], надавши, так би мовити, трибуну різним вченим, і ці 100 сторінок «Коментарів» можна розглядати як віддзеркалення і втілення ідей В.І. Вернадського в сучасній науковій думці.

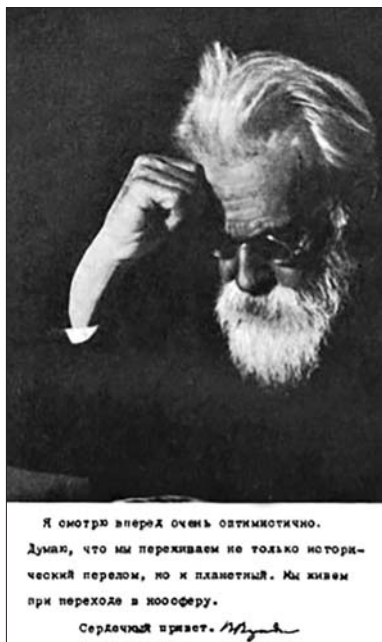
Слід насамперед відзначити широке коло проблем, так чи інакше пов'язаних нині з науковою спадщиною В.І. Вернадського. Це може підтвердити назва першої статті в цьому розділі — «Вчення академіка В.І. Вернадського про живу речовину та біосферу — основа радіоекології, екзобіології та екоетики» авторства Г.Г. Полікарпова [1, с. 474–489]. В.І. Вернадський сформував науковий фундамент для сучасної радіоекології та радіаційної біогеоценології. Він обґрунтував ідею повсюдності життя не лише в межах біосфери — колись обов'язково буде підтверджено гіпотезу про існування життя й на інших планетах. А вчення про ноосферу приводить до тривожного висновку в галузі екоетики: «У разі ігнорування людством екологічної етики його майбутні покоління опиняться під загрозою, що лише наростатиме» [1, с. 485].

У статтях Е.В. Соболича, В.В. Доліна, В.М. Єгорова обговорюються найважливіші питання еволюції біосфери в умовах техногенезу [1, с. 490–533]. Модель ноосферогенезу Вернадського суттєво доповнюється «проміжною» фазою, етапом: завдяки діяльності людини біосфера трансформується у техносферу і потім у процесі ноогенезу — в ноосферу. У цьому випадку, як нам здається, варто врахувати, що людина створює як власне нові техноекосистеми, формуючи техносферу, так і урбо-, агроекосистеми, а тому під техносферою у широкому сенсі слід, очевидно, розуміти змінену людиною частину біосфери. Автори підкреслюють, що, як і зазначав В.І. Вернадський у своїй концепції ноосфери, «діяльність людини приводить до утворення потужних техногенних потоків хімічних елементів у літосфері, гідросфері та атмосфері, вся історія людства супроводжується концентруванням одних і розсіюванням інших хімічних елементів у навколишньому середовищі» [1, с. 508].

Оптимізації взаємодії людини та природи присвячено статті І.А. Акімова і О.П. Коржа [1, с. 538–550]. В них підкреслено важливу думку, пов'язану з тим, що людина, виходячи за рамки нормального функціонування екосистем, порушує закономірності існування



Початок статті В.І. Вернадського в «American Scientist»



Портрет В.І. Вернадського в журналі «American Scientist»

живої речовини, що формувалися впродовж мільйонів років. Причини збіднення біосфери, зменшення біорізноманіття слід шукати у зниженні ємності середовища, що значною мірою стало наслідком діяльності людини.

Не випадково свій аналіз структури біосфери В.І. Вернадський [3] починає зі Світового океану, що відзначає у своїй статті О.О. Про-

тасов [1, с. 551–571]. Справді, Світовий океан значною мірою визначає Лик Землі як планети. Саме на прикладі Світового океану Вернадський формулює одну зі своїх найважливіших концепцій: «в основу вивчення механізму біосфери має бути покладено густоту життя – виділення ділянок, ним збагачених», особлива глобальна структурованість біосфери, наявність зон згущення і розрідження життя визначають її функціонування як системи.

У своїх роботах В.І. Вернадський (до речі, як і його молодший сучасник К.Д. Старинкевич) «дорікав» біологам за їхню гіпертрофовану увагу до вивчення життя на рівні організму на шкоду вивченню взаємозв'язків, взаємної організації життя в масштабах планети. Однак у цьому аспекті слід зауважити, що вже з кінця ХІХ ст. почала виокремлюватися молода тоді наука гідробіологія. Проводилися перші оцінки органічної речовини, що виробляється в морських екосистемах, оцінки сумарної біомаси живих організмів у водній товщі і на дні моря, тобто того, що було основою біогеохімічного підходу.

Слід визнати, що основні положення вчення В.І. Вернадського, попри велику кількість наукових праць з цієї тематики, все ж недостатньо популяризуються у суспільстві. При цьому сама проблема осмислення та вивчення життя в глобальних планетарних масштабах сьогодні є актуальною як ніколи. Наукова думка торкалася цих проблем і до Вернадського – досить згадати такі великі імена, як А. фон Гумбольдт, Ж.Б. Ламарк, Ж. Кюв'є, Ч. Дарвін, А. Уоллес, А. Зюсс. Потреба у глобальних узагальненнях приводить і до, так би мовити, конвергентних наукових побудов. Тут слід згадати гіпотезу Геї, поширену серед західних учених [4]. У своїй статті [1, с. 572–575] І.В. Довгаль аналізує подібності та відмінності вчення Вернадського про біосферу та концепції Геї.

На фронтисписі журналу «American Scientist», у якому було опубліковано останню, вже посмертну статтю В.І. Вернадського [5], під портретом ученого наведено цитату з його листа професору О. Петрункевичу: «Я дивлюся вперед дуже оптимістично. Думаю, що ми

переживаємо не лише історичний перелом, а й планетний. Ми переходимо до ноосфери». Здається, що цей заповіт — відображення оптимістичного погляду великого вченого, для нашого часу має особливу цінність.

Вернадський і світова наука. Вчення про біосферу має ключове значення для всіх наук про навколишнє середовище, в тому числі й для екології. Теорію біосфери розробив В.І. Вернадський (однак сам термін «біосфера» ввів не він), якого вважають одним з найвпливовіших натуралістів ХХ ст. В історії науки його згадують як видатну постать у таких різних галузях, як біогеохімія, радіогеологія, генетична мінералогія, кристалографія. Останнім часом В.І. Вернадський здобув визнання і в західному світі як попередник гіпотези Геї, яка доводить, що біосфера є саморегульованою системою. Так, автор гіпотези Геї Джеймс Лавлок писав: «Ми [сам Лавлок і його співавтор Лінн Маргуліс. — *Г.Л.*] виявили, що він [Вернадський] є нашим найвидатнішим попередником» [6]. Хоча оригінальна теорія Вернадського набагато глибша і з теоретичної, і з методологічної точок зору, ніж гіпотеза Геї, ця нова хвиля зацікавленості Вернадським сприяє кращому розумінню його оригінальних праць і теорії з боку представників різних світових наукових спільнот — екологів, біогеохіміків, географів тощо.

Однак на Заході В.І. Вернадський ще не здобув того визнання, на яке він заслуговує. Його підсумкову працю «Хімічна будова біосфери Землі та її оточення» й досі не перекладено західноєвропейськими мовами, що безперечно перешкоджає поширенню його ідей. Послідовником ідей В.І. Вернадського, який однозначно оголосив теорію Вернадського основою сучасних геомікробіології та геофізіології², є німецький геомікробіолог Вольфганг Е. Крум-

² Термін ввів англійський хімік Джеймс Лавлок для опису механізмів саморегуляції Геї. Він означає біологічну відповідь на збурення в цих умовах (www.oxfordreference.com). Термін іноді використовують і в ширшому розумінні, як назву науки про глобальні природні процеси.



Інститут біогеохімії імені Макса Планка (Єна, Німеччина)

байн [8, 9]. Крім того, ім'я В.І. Вернадського як одного із засновників геомікробіології згадано, наприклад, у шостому виданні «Geomicrobiology» (Вступ до геомікробіології): «A unified concept of geomicrobiology and the biosphere can be said to have been pioneered under the leadership of V.I. Vernadsky» («Можна сказати, що єдину концепцію геомікробіології та біосфери вперше було створено під керівництвом В.І. Вернадського») [10].

При цьому в багатьох англомовних фундаментальних працях з біогеохімії та глобальної екології ім'я Вернадського навіть не згадується [11–15]. Автори або уникають питання про джерела концепції біосфери та біогеохімії, або починають розповідь з повоенних розробок. Як зазначено в оглядовій праці Е. Шлезінгера «Global Change Ecology» (Екологія глобальних змін): «Я відзначаю як початок науки про глобальні зміни публікацію «Біосфери» у спеціальному випуску журналу «Scientific American» у 1970 р.» [16]. У четвертому виданні «Biogeochemistry: An Analysis of Global Change» (Біогеохімія: аналіз глобальних змін) [17] автори називають В.І. Вернадського «батьком біогеохімії», але згадують його лише побіжно, цитуючи англійське видання «Біосфери» без глибшого аналізу його поглядів.

Згадки про В.І. Вернадського у високорейтингових спеціалізованих журналах лише по-

одинокі. Наприклад, Пол Фальковскі зі співавторами у статті в престижному журналі «Science» цитують В.І. Вернадського, стверджуючи, що «наше сучасне навколишнє середовище відображає історично інтегровані результати мікробних експериментів на тектонічно активній планеті, покритій тонкою плівкою води в рідкому стані» [18]. У випусках міжнародного журналу «Biogeochemistry» (Springer) ім'я Вернадського згадано лише тричі, хоча в одній з нещодавніх статей Томас Біанчі визнає Вернадського з його «провокаційною книгою» (так він називає «Біосферу»), опублікованою в 1926 р., засновником біогеохімії [19].

Водночас сама заснована В.І. Вернадським наука біогеохімія процвітає в усіх розвинених країнах і є сьогодні важливим інструментом вивчення глобальних явищ, у тому числі змін клімату. Наприклад, у Єні (Німеччина) є Інститут біогеохімії імені Макса Планка, а Європейський союз наук про Землю заснував «Медаль Вернадського», вперше присуджену в 2003 р.

Щоб усвідомити всю суперечливість і навіть абсурдність цієї ситуації, варто уявити собі книгу з еволюційної біології, яка починалася б зі згадування знаменитого збірника Ернста Майра та Вільяма Провайна «Evolutionary Synthesis» (Еволюційний синтез) (1980) без будь-яких посилань на Чарльза Дарвіна чи з кількома побіжними зауваженнями про нього. Довелося б прийняти, що ідеї Дарвіна проникли в теоретичні основи розуміння еволюції без фактичного зв'язку з його ім'ям. Як стверджував відомий британсько-американський еколог Джордж Е. Хатчінсон (1903–1991) у статті в спецвипуску «Scientific American», присвяченому біосфері: «По суті, ми приймаємо сьогодні концепцію біосфери Вернадського, розроблену приблизно через 50 років після того, як про неї писав Зюсс» [20]. І сьогодні, в умовах лише фрагментарного проникнення оригінальних концепцій Вернадського в західний теоретичний ландшафт, правильна оцінка його теорії міжнародним науковим співтовариством є важливим завданням.

Щодо присутності В.І. Вернадського в історії науки складається досить парадоксальна ситуація: в українській та інших пострадянських професійних спільнотах Вернадського заслужено вважають класиком природознавства і філософії. Його популярність і вплив, безумовно, можна порівняти зі славою Ернста Геккеля у німецькомовних країнах. Це різко контрастує зі статусом Вернадського в західній історії науки, де його постать є недооціненою, а його ідеї та започатковані ним наукові дисципліни відомі більше, ніж його особистість. Наприклад, у відомій книзі з історії науки «Making Modern Science» (Створення сучасної науки) Пітера Боулера і Айвана Моруса ім'я Вернадського коротко згадано лише двічі, причому хибно стверджується, що саме він ввів термін «біосфера» [20, с. 231].

Підсумовуючи, слід зазначити, що, як це не парадоксально, роль Вернадського в сучасній західній науці вельми недооцінена. Створена ним наука біогеохімія є визнаною у світі дисципліною, проте західні біогеохіміки мають лише поверхове уявлення про теоретичну систему Вернадського, яка цю науку породила. Найпершою причиною цього є недоступність для західного читача фундаментальних зрілих творів В.І. Вернадського, оскільки їх так і не було перекладено іншими мовами. Так, його *opus magnum* «Хімічна будова біосфери Землі та її оточення» залишається недоступним для англomовних учених³.

Біосфера, жива речовина, біогеохімія. В.І. Вернадський розробляв свої ідеї як цілісну теоретичну систему, в якій усі частини взаємопов'язані. У теоретичній системі Вернадського концепція біосфери зумовила створення нової галузі науки – біогеохімії. Вона вивчає геологічні прояви життя та розглядає біохімічні процеси в живих організмах у зв'язку з їх впливом на геосферу. Зокрема, він зазначав: «Біогеохімія якнайтісніше пов'язана

³ Слід зауважити, що ситуація, описана моїм співавтором, доктором Г. Левітом, і справді є парадоксальною. Було б непогано, якби фахівці Академії посприяли більшій популяризації праць академіка Вернадського саме серед західних вчених (О. Протасов).

з певною областю планети — цілком з однією певною земною оболонкою — біосферою та з її біологічними процесами в їхньому хімічному — атомному — вияві» [22, с. 119].

Отже, специфіка біогеохімії, порівняно з класичною геохімією, полягає в її особливій увазі до живої речовини як головного фактора біогенної міграції хімічних елементів, а також до циклічних процесів у біосфері. Ні живі організми самі по собі, ні абстраговане від них середовище не є, як стверджував Вернадський, специфічними об'єктами біогеохімії. Біогеохіміка цікавить насамперед вивчення циклічних процесів обміну хімічними елементами між живими організмами та навколишнім середовищем. Останнє можна описати лише на основі детального вивчення взаємозв'язків живої та неживої (неживої) матерії у просторі-часі Землі та протягом усієї історії Землі.

Як визначити основний предмет біогеохімічних досліджень? Біогеохімія не націлена лише на організмовий рівень або вивчення навколишнього середовища. Вона сфокусована, за словами Вернадського, на біологічно керованій міграції атомів, що відбувається в певній геологічній області. Щоб визначити цю специфічну геологічну область як сферу досліджень новоствореної науки — біогеохімії, В.І. Вернадський запропонував свою інтерпретацію поняття «біосфера». Біосфера Землі постає як геосфера, яка не лише населена живими істотами, а й організована життям. Вона є частиною планетарної системи, а тому її можна розглядати як геологічну оболонку. Як геологічна оболонка біосфера може бути й визначена геологічно: «Біосфера ... має цілком певну будову, що існує протягом мільярдів років, вона пов'язана з активною участю в ній життя, нею значною мірою зумовлена у своєму існуванні і характеризується насамперед динамічно рухливими, стійкими, геологічно тривалими рівновагами, які, на відміну від механічної структури, кількісно рухливі в певних межах як відносно простору, так і відносно часу» [22, с. 120].

Однак підхід Вернадського до біосфери виходить далеко за межі суто геологічних інтер-

претацій. Розглядаючи живу речовину з біогеохімічної точки зору [23], В.І. Вернадський дійшов висновку, що не хімічні сполуки живих організмів відображають склад середовища, а, навпаки, жива речовина визначає геохімічну історію багатьох хімічних елементів земної кори в процесі створення сприятливого для себе навколишнього середовища. Таким чином, жива речовина у певному сенсі перетворює біосферу на саморегульовану систему. Біосфера як саморегульована система охоплює як сукупність живих організмів (живої речовини), так і навколишнє середовище тією мірою, якою воно залучене в реальні процеси життя, оболонки земної кори, можливо, аж до мантії. Стан біосфери описано як динамічну рівновагу: «*Організованість біосфери* — організованість живої речовини — має розглядатися як рівноваги, рухливі, що постійно коливаються в історичному і в геологічному часі навколо точно вираженого середнього. Зсуви чи коливання цього середнього безперервно виявляються не в історичному, а в геологічному часі» [22, с. 16].

Біосфера, за Вернадським, це не лише область особливої організації, а й «область планети, найбагатша, мабуть, на максимальну дієву енергію, різко різного характеру. У ній панують *прояви живої речовини та космічні сили*» [24, с. 41]. Саме енергія біосфери, яка, зрештою, є космічною енергією, забезпечує всі її процеси, зокрема і власну еволюцію.

Біосфера, на думку Вернадського, є системою, що еволюціонує: «Еволюційний процес живих речовин безперервно протягом усього геологічного часу охоплює всю біосферу... Ми можемо і повинні говорити про *еволюційний процес самої біосфери*, який відбувається в інертній масі її космічних і живих природних тіл, що явно змінюються в ході геологічного часу» [22, с. 20].

На основі своїх емпіричних і теоретичних праць В.І. Вернадський уже на початку 1920-х років дійшов висновку, що його концепція живої речовини доповнить дарвінівську еволюційну теорію. Він зрозумів, що еволюція видів з погляду Дарвіна не відображає еволюцію всієї системи.

Еволюція біосфери. Упереджені та неупереджені ідеї. Питання про те, наскільки важливими були для В.І. Вернадського проблеми біологічної еволюції, є одним з найбільш спірних в аналізі його спадщини [25, 26]. Однак ключовим у цьому аспекті може бути таке висловлювання: «В ході геологічного часу жива речовина змінюється морфологічно згідно із законами природи. Еволюційний процес притаманний лише живій речовині» [1, с. 461]. При цьому він неодноразово підкреслював, що біосфера у своїх основних рисах зберігала свій структурно-функціональний образ. На будь-якому історичному етапі її існування мали відбуватися процеси трансформації енергії (насамперед сонячної), так само, як і циклічні процеси трансформації речовини.

Ще в 1920 р. В.І. Вернадський писав: «У моїй роботі над живою речовиною я створив нове вчення і воно представляє інший аспект еволюційного вчення» [27]. Через 100 років після початку його робіт над живою речовиною і через 160 років після виходу «Походження видів», чи можна порівняти ці два вчення за силою та значущістю як науковою, так і науково-соціальною? Мабуть, принципово неправильно пов'язувати ці, вже настільки розвинені, напрями наукової думки тільки з їхніми творцями — Вернадським і Дарвіном. Завдяки працям багатьох вчених ці фундаментальні концепції стали не стільки суто науковими, скільки світоглядними. Це вже надбання всього людства: уявлення про те, що матеріальне буття на нашій планеті визначається єдністю, системою відносин між живим і косним у єдності біосфери і що ця єдність розвивається. Тобто вчення Вернадського справді стало однією з основ сучасного світогляду.

Проте констатація змін у біосфері за колосальний час її існування, наприклад з урахуванням палеонтологічного, геологічного матеріалу, недостатня. Необхідний певний фундамент понять та найбільш загальних уявлень, для того щоб наблизитися до розуміння основних закономірностей її еволюції.

Свою основоположну працю «Біосфера» (1926) В.І. Вернадський починає з того, що

представляє читачеві «упереджені» ідеї, які «суперечать наявним у науці емпіричним узагальненням». Зокрема, він не вважає доведеним походження життя на Землі шляхом абіогенезу і виводить його за межі наукового розгляду, так само, як свого часу це зробив Дарвін, оскільки немає прямих даних, які вказують на це явище. Це також «ідея про геологічні явища як випадковий збіг причин». Якщо скористатися цим прийомом, можна виділити упереджені та неупереджені ідеї для того, щоб підійти до питання про еволюцію біосфери.

Упередженою ідеєю слід вважати розгляд біосфери тільки як сфери життя на Землі, так само, як і уявлення про біосферу виключно як про сукупність живого. Згідно з Вернадським, «біосферу можна розглядати як *область земної кори, зайняту трансформаторами*, що переводять космічне випромінювання у дієву земну енергію» [1, с. 33]. Біосфера — це біокосна система, елементами якої є сукупність живого (жива речовина, геомерида, біохоліда) та сукупність речовинно-енергетичної основи підтримання життя (геологічне середовище, геохоліда). Елементарною одиницею біосфери є біогеоценоз, екосистема. Упередженою ідеєю слід вважати положення про те, що еволюція є явище суто біотичне, властиве живому. Еволюціонують будь-які системи, здатні до самоорганізації, у процесі еволюції вони створюють нову інформацію. Оскільки функціонування живих систем неможливе поза середовищем проживання, зміна станів живого і косного відбувається взаємопов'язано. Еволюціонує біосфера в цілому. Упередженою ідеєю слід вважати положення про якийсь один принцип, механізм, на якому будується еволюція, як-от принцип селекціонізму чи номогенезу.

Неупереджені ідеї можна виразити у деяких основних принципах. По-перше, це принцип *континуальності та дискретності*. Еволюція біосфери відбувалася і відбувається континуально, без розривів, через відсутність множинності актів походження життя та подальшу наступність. Таким чином реалізується принцип Реді (який В.І. Вернадський вважав одним із найважливіших емпіричних узагальнень). Од-

нак у єдиному потоці еволюції можуть бути виділені, реально існували й існують дискретні (відносно, певною мірою) стани зі своїми однорідними властивостями. В історичному плані спостерігалася експансія життя від стану, коли «життя процвітало в деяких осередках, які могли зберігатися локально» [28, с. 307], до «повсюдності життя», за висловом В.І. Вернадського.

Принцип *тиску життя* є важливою складовою як дарвінівської теорії еволюції, так і вчення про живу речовину біосфери. Кількісний його аспект полягає в тому, що завдяки продукційним процесам відбувається збільшення маси живої речовини, чисельності організмів. Як емпіричне узагальнення можна сформулювати принцип якісного тиску життя, що виражається у збільшенні різноманіття живого. Яким би не був механізм збільшення різноманіття проявів життя в ході еволюції (наприклад, «походження видів»), наявні дані свідчать про неухильне зростання багатства видів в історії біосфери, зростання біорізноманіття. Саме цей тиск життя «постачає матеріал» для відбору.

Концепція *стану та інтерстану*. Цей стан об'єкта представлено як часовий зріз усіх його параметрів. Розглядаючи стани того чи іншого об'єкта, системи як часовий «зріз» властивостей, тобто впроваджуючи категорію часу, ми неминуче стикаємося з кількома пізнавально-оцінними проблемами. Одна з них — проблема структури часового зрізу. Структура поточ-

ного стану біосфери зумовлена її попереднім станом завдяки передачі інформації. Отже, найважливішим стає принцип *наступності та новизни*. У стані будь-якої системи, в тому числі й біосферної, закладено передумови до стабілізації, консервативності, самозбереження, так само, як і передумови до змінення, трансформацій. Їхній діалектичний зв'язок визначає можливий або реальний подальший розвиток, оскільки будь-який прояв новизни має бути апробований протягом деякого часу (це може забезпечити лише наступність) щодо його ефективності в плані підтримання існування системи в цих умовах.

Висновки. Понад півтора століття минуло від дня народження В.І. Вернадського, вісім десятиліть тому він працював над однією з останніх своїх статей, понад сто років існує Українська академія наук, створенню якої він віддав частину своєї душі. Здавалося б, усе це вже належить до чудових і навіть захопливих сторінок всесвітньої історії науки, але, якщо звернутися до праць великого вченого, стає зрозумілим, що його ідеї, як безліч аксонів, як клітини мозку, пов'язані із сучасністю і простягаються далеко в майбутнє. Зокрема, його ідеї про іманентність людини в біосфері, про те, що науковий розум не протистоїть природі, що технологічний прогрес може відбуватися у злагоді з еволюцією біосфери, звучать сьогодні актуально як ніколи. Навіть у найважчі часи В.І. Вернадський вірив у перемогу людського розуму.

REFERENCES

[СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ]

1. *Vybrani naukovi pratsi akademika V.I. Vernadskoho (Selected Scientific Works of V.I. Vernadsky)*. Vol. 4, Part 2. Kyiv, 2012 (in Ukrainian). http://izan.kiev.ua/vit/PDF/Tom_4_book_2_Vernadsky.pdf [Вибрані наукові праці академіка В.І. Вернадського. Т. 4. Кн. 2. Київ, 2012.]
2. Sytnyk K.M., Shmyhovska V.V. *Volodymyr Vernadskyi i akademiia (Volodymyr Vernadsky and the Academy)*. Kyiv, Naukova Dumka, 2006 (in Ukrainian). [Ситник К.М., Шмиговська В.В. *Володимир Вернадський і академія*. Київ: Наукова думка, 2006.]
3. Vernadsky V.I. *Biosfera (Biosphere)*. Leningrad, 1926 (in Russian). [Вернадський В.І. *Биосфера*. Ленинград: Научное химико-техническое изд-во, 1926.]
4. Lovelock J.E. *Gaia: A new look at life on Earth*. Oxford University Press, 1979.
5. Vernadsky W.I. The Biosphere and the Noosphere. *American Scientist*. 1945. **33**(1): 1–12. https://monoskop.org/images/5/59/Vernadsky_WI_1945_The_Biosphere_and_the_Noosphere.pdf

6. Lovelock J. The Biosphere. *New Scientist*. 1986. **1517**: 51.
7. Levit G.S., Krumbein W.E. The Biosphere Theory of V.I. Vernadsky and the Gaia Theory of J. Lovelock: a Comparative Analysis of the Two Theories and Two Traditions. *Zhurnal Obshchei Biologii*. 2000. **61**(2): 133–144.
8. Krumbein W.E., Schellnhuber H.-J. Geophysiology of mineral deposits - a Model for a Biological Driving Force of Global Changes through Earth History. *Terra Nova*. 1992. **4**(3): 351–362. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3121.1992.tb00824.x>
9. Krumbein W.E., Lapo A. Vernadsky's Biosphere as a Basis of Geophysiology. In: Bunyard P. (ed.) *Gaia in Action. Science of the Living Earth*. Edinburgh: Floris Books, 1996. P. 115–135.
10. Ehrlich H.L., Newman D.K., Kappler A. (eds) *Ehrlich's Geomicrobiology*. Boca Raton, 2015. <https://doi.org/10.1201/b19121>
11. Schlesinger W.H. *Biogeochemistry: an Analysis of Global Change*. Academic Press, 1991. <https://doi.org/10.1016/C2012-0-01654-7>
12. Schlesinger W.H. (ed.) *Treatise on Geochemistry*. Vol. 8: Biogeochemistry. Elsevier Science, 2005.
13. Libes S.M. *An Introduction to Marine Biogeochemistry*. New York: John Wiley & Sons, 1992.
14. Degens E.T. *Perspectives on Biogeochemistry*. Berlin: Springer, 1989. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-48879-5>
15. Fenchel T., King G.M., Blackburn T.H. *Bacterial Biogeochemistry: The Ecophysiology of Mineral Cycling*. San Diego: Academic Press, 2000.
16. Schlesinger W.H. Global change ecology. *Trends in Ecology & Evolution*. 2006. **21**(6): 348–351. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.03.004>
17. Schlesinger W.H., Bernhardt E.S. *Biogeochemistry: An Analysis of Global Change*. Academic Press, 2020. <https://doi.org/10.1016/C2017-0-00311-7>
18. Falkowski P.G., Fenchel T., Delong E.F. The Microbial Engines That Drive Earth's Biogeochemical Cycles. *Science*. 2008. **320**(5879): 1034–1038. <https://doi.org/10.1126/science.1153213>
19. Bianchi T. The evolution of biogeochemistry: revisited. *Biogeochemistry*. 2021. **154**: 141–181. <https://doi.org/10.1007/s10533-020-00708-0>
20. Hutchinson G.E. The Biosphere. *Scientific American*. 1970. **223**(3): 45–53. <https://www.jstor.org/stable/24925892>
21. Bowler P., Morus I. *Making Modern Science*. The University of Chicago Press, 2005.
22. Vernadsky V.I. *Nauchnaya mysl' kak planetnoye yavleniye (Scientific thought as a planetary phenomenon)*. Moscow: Nauka, 1991 (in Russian).
[Вернадский В.И. *Научная мысль как планетное явление*. Москва: Наука, 1991.]
23. Vernadsky V.I. *Trudy po biokhimii i geokhimii pochv (Works on biochemistry and geochemistry of soils)*. Moscow: Nauka, 1994 (in Russian).
[Вернадский В.И. *Труды по биохимии и геохимии почв*. Москва: Наука, 1994.]
24. Vernadsky V.I. *Khimicheskoye stroeniye biosfery Zemli i yeyo okruzheniya (Chemical structure of the Earth's biosphere and its environment)*. Moscow: Nauka, 2001 (in Russian).
[Вернадский В.И. *Химическое строение биосферы Земли и её окружения*. Москва: Наука, 2001.]
25. Gilyarov A.M. Vernadskiy, darvinizm i Geya (Vernadsky, Darwinism and Gaia). *Zhurnal Obshchei Biologii*. 1994. **55**(2): 238–249 (in Russian).
[Гиляров А.М. Вернадский, дарвинизм и Гея. *Журнал общей биологии*. 1994. Т. 55, № 2. С. 238–249.]
26. Gilyarov A.M. Ariadnina nit' evolyutsionizma (Ariadne's thread of evolutionism). *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2007. **77**(6): 508–519 (in Russian).
[Гиляров А.М. Ариаднина нить эволюционизма. *Вестник РАН*. 2007. Т. 77, № 6. С. 508–519.]
27. Sytnik K.M., Stoyko S.M., Aranovich Ye.M. *V.I. Vernadskiy. Zhizn i deyatelnost na Ukraine (V.I. Vernadsky. Life and work in Ukraine)*. Kyiv: Naukova Dumka, 1984 (in Russian).
[Сытник К.М., Стойко С.М., Апанович Е.М. *В.И. Вернадский. Жизнь и деятельность на Украине*. Киев: Наукова думка, 1984.]
28. Zavarzin G.A. *Lektsii po prirodovedcheskoy mikrobiologii (Lectures on natural microbiology)*. Moscow: Nauka, 2003 (in Russian).
[Заварзин Г.А. *Лекции по природоведческой микробиологии*. Москва: Наука, 2003.]

Olexandr O. Protasov

Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0204-2007>

Georgy S. Levit

Friedrich Schiller University, Jena, Germany

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7469-2850>

ACADEMICIAN VOLODYMYR VERNADSKY: PAST, PRESENT, FUTURE

To the 160th anniversary of the birth

The article is dedicated to the anniversary of the thinker, outstanding scientist, organizer of science, Volodymyr Vernadsky. More than a century and half has passed since his birth, but the analysis of the scientist's works shows the great importance of his scientific heritage for modern times. Some aspects of the difficult relationship between Vernadsky's teaching on the biosphere and noosphere and Western currents in the science of global planetary processes are considered. On the example of research on the evolution of the biosphere, the lasting scientific value of the scientist's ideas is shown.

Keywords: V.I. Vernadsky, biosphere, biogeochemistry, noosphere, evolution.

Cite this article: Protasov O.O., Levit G.S. Academician Volodymyr Vernadsky: past, present, future (to the 160th anniversary of the birth). *Visn. Nac. Akad. Nauk Ukr.* 2023. (3): 19–29. <https://doi.org/10.15407/visn2023.03.019>