

УДК 574.5

О.О. ПРОТАСОВ

Інститут гідробіології Національної академії наук України  
просп. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна

### НАУКОВА СПАДЩИНА АКАДЕМІКА В.І. ВЕРНАДСЬКОГО І ВИВЧЕННЯ ЖИТТЯ В ГІДРОСФЕРІ

*У статті висвітлено деякі положення концепції біосфери В.І. Вернадського. Введено й обговорено поняття біосферомерону, розглянуто характеристики біогеомів гідросфери.*

*Ключові слова: біосфера, В.І. Вернадський, біосферомерон, гідросфера, біогеом.*

---

Наукова спадщина Володимира Івановича Вернадського колосальна і багатогранна. У своїй діяльності він торкався багатьох сфер знання, таких як геологія й історія науки, біогеохімія і радіологія. Учений не лише зробив істотний внесок у розвиток традиційних наук, а й створив цілі нові напрями. Один із розглянутих нами аспектів дослідження його наукової спадщини пов'язаний з історичним розвитком ідей у різних розділах природознавства, другий — із сучасною методологією пізнання Життя на нашій планеті. І хоча вони тісно взаємопов'язані, ці два аспекти в жодному разі не можна змішувати.

Було б найвним вважати, що всі положення праць В.І. Вернадського в незмінному вигляді мають зберегтися й дотепер. Проте феномен геніального вченого полягає в тому, що його ідеї, глибоко закорінені у традиції минулого, у своїй суті, в основних концептуальних положеннях не тільки залишають-

В біосфері не тільки вода неотделима от жизни, но и жизнь неотделима от воды.

*В.И. ВЕРНАДСКИЙ*

ся сьогодні актуальними і значущими, але й звернені в майбутнє, можливо, ще й не до кінця зрозумілі на сучасному етапі розвитку науки.

Історичний аспект вивчення спадку В.І. Вернадського полягає в тому, що його роботи розгортають перед нами воістину гігантське полотно пізнання. У методологічному ж плані для сучасних дослідників різних проявів життя надзвичайно важливо виявити в роботах В.І. Вернадського необхідне підґрунтя для побудови нинішніх і майбутніх досліджень.

Наукова спадщина В.І. Вернадського величезна, проте для біологів, зокрема для фахівців, що вивчають життя в гідросфері, ключовими поняттями є «біосфера» і «жива речовина». Основні положення вчення про біосферу він сформулював ще в 1926 р. у невеличкій книзі «Біосфера» [1]. Вже в перших рядках цієї праці автор вказує на сферу знання, яка розглядає «закономерное проявление механизма планеты, ее верхней области — земной коры», а саме на **геологію**,



Жан Батист Ламарк (1744–1829)  
«... Ж.Б. Ламарк ярко и верно указывал на значение  
живого вещества в Лике Земли» [7]



Александр фон Гумбольдт (1769–1859)  
«... ввел в 1828 г. понятие и термин «жизнесфера»  
(die Lebensphäre)» [6]



Едуард Зюсс (1831–1914)  
«...на поверхности материков можно выделить  
самостоятельную биосферу» [5]

науку про неживий світ нашої планети. Поза будь-яким сумнівом можна стверджувати, що геологія й нині важлива для всіх галузей знання, у тому числі й для науки про життя в гідросфері, однак концепція біосфери значно виходить за межі геології.

Ідеї зв'язку живого із середовищем ще до В.І. Вернадського розробляли такі видатні вчені, як Ж.Б. Ламарк, А. фон Гумбольдт, Е. Зюсс [2–6]. Однак саме в працях В.І. Вернадського ці уявлення набули значущості, притаманної вченню. Так, Едуард Зюсс, автор терміна «біосфера», в 1875 р. писав:

*«Одно кажется чужеродным на этом большом, состоящем из сфер небесном теле, а именно — органическая жизнь. Но и она ограничена определенной зоной на поверхности литосферы. Растение, корни которого в поисках пищи проникают в почву и которое одновременно поднимается в воздух, чтобы дышать, является хорошей иллюстрацией расположения органической жизни в области взаимодействия верхних сфер и литосферы, и на поверхности материков можно выделить самостоятельную биосферу»* [5].

Як бачимо з цитати, вчений указував на місце біосфери на межі літосфери й атмосфери і включав до неї як самі організми, так і зони їх проживання, однак чомусь не врахував життя в гідросфері. Е. Зюсс не був першим, хто звернув увагу на зв'язок живих організмів і геологічних процесів. Витоки самої ідеї єдності життя на нашій планеті і впливу живого на стан речовини в глобальних масштабах можна знайти й у Ж.Б. Ламарка. Він, як зазначав В.І. Вернадський, «...ярко и верно указывал на значение живого вещества в Лике Земли, в биосфере, на его теснейшую связь с веществом планеты и на его проникновение в глубь планеты» [7]. Про це свідчить також підзаголовок книги Ж.Б. Ламарка «Гідрогеологія», опублікованої в 1802 р., — «Дослідження впливу води на поверхню Земної кулі, причин існування морських басейнів, їх переміщення та послідовної появи в різних точках Землі, нарешті, змін, які відбуваються на поверхні Землі під впливом живих тіл» [4].

Думку про зв'язок живого із середовищем, причому в масштабах всієї планети розглядав і А. фон Гумбольдт. У 1828 р. він увів поняття і термін «життєсфера» (die Lebensphäre), або сфера життя, який у певному сенсі можна вважати передісторією концепції біосфери В.І. Вернадського [4].

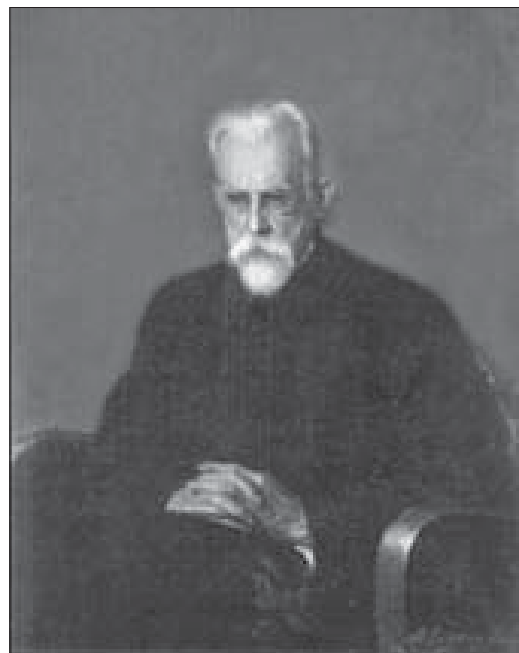
Зміст поняття «біосфера» багаторазово зазнавав ревізій і доповнень, тому слід обов'язково повернутися до витоків — праць самого В.І. Вернадського, в яких можна знайти багато визначень біосфери.

Є думка, що В.І. Вернадський розглядав біосферу саме як зону, в якій існує життя [7]. Проте життя не лише «існує», а й бере активну участь у різних геологічних і біологічних процесах як локального, так і планетарного масштабу. Якщо біосфера — це тільки зона життя, середовище перебування організмів, то навряд чи можна сприймати її як систему, елементами якої є і живі організми, і косна речовина. Тому надзвичайно важливо підкреслити, що В.І. Вернадський фактично розглядав біосферу не тільки, а скоріше — не стільки як область, вмістилище живого, а як єдність живого й неживого, що взаємодіють між собою, тобто як систему за сучасною термінологією. Він писав:

*«В целом весь океан должен рассматриваться — в каждом его месте — как неразрывная связь мертвой инертной материи и непрерывно изменчивого и химически меняющегося мертвую окружающую водную среду живого вещества»* [8].

Одним із ключових аспектів учення про біосферу є питання про її структуру. В.І. Вернадський вважав, що в основу вивчення структури біосфери *«должна быть положена густота жизни — выделение участков, ею обогащенных»* [9].

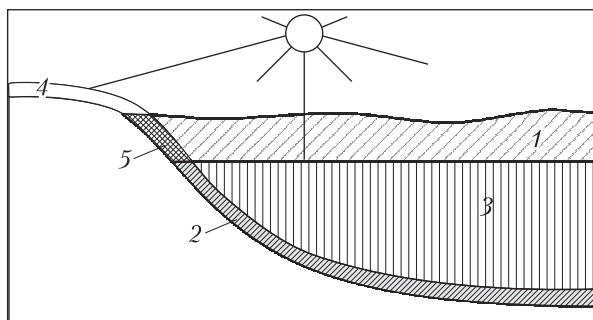
Погляд В.І. Вернадського було звернено насамперед до гідросфери. Як її підрозділи він виділив ділянки, в яких існують специфічні згущення життя. Учений висунув важливе положення про те, що плівки і згущення *«образуют в океане области наибольшей трансформации солнечной энергии»* [9]. Як основну форму концентрації життя він



Академік  
Володимир Іванович Вернадський

виокремив верхню живу плівку планктону, багату на зелене життя. Другою найважливішою плівкою в гідросфері, на думку В.І. Вернадського, є донна плівка. Він виділив в океанічній частині гідросфери поверхневу й донну плівки і два згущення — саргасове та прибережне. Донна плівка — зона розподілу придонних вод і донних відкладів з їхнім населенням. Учений цілком правильно описує її як складну систему, організми якої мешкають у двох близько розташованих шарах — аеробному й анаеробному. Біля берегів ці дві плівки сходяться й утворюють прибережні згущення.

Оскільки в океані фотична зона може сягати глибин 200–250 м, на шельфі, де глибина моря зазвичай близька до цієї позначки, дві «плівки Вернадського» — поверхнева і донна — активно взаємодіють. Однак життя існує й поза плівками, цими активними в біологічному сенсі зонами. Важливо підкреслити, що В.І. Вернадський крім двох зон, які можна назвати біосферомеронами, тобто найбільшими підрозділами біосфери, виділяв ще й третю. Він вказував, що:



Макроструктура біосфери за В.І. Вернадським. Зони (плівки і згущення): 1 – поверхнева планктонна; 2 – донна; 3 – малоактивна проміжна зона; 4 – епіконтинентальна; 5 – прибережне згущення

«...в общей массе воды океана, средняя мощность которой равна 3,8 км, живые организмы образуют тончайшую пленку... В химизме океана эта его часть может рассматриваться как активная, а остальная масса воды – как биохимически слабо деятельная. Исходя из этого ясно, что едва ли 2% общей массы океана заняты сгущениями жизни. Вся остальная масса содержит жизнь рассеянную» [7].

Ця концепція згущень життя, причому пов'язаних із межовими, активними зонами, виявилася дуже плідною в науці.

Модель «біохімічної» структури океану В.І. Вернадського було доповнено й розширено в положеннях концепції біологічної структури океану [10–12], а також у моделі циркумграничної структури океану [13]. Біологічна структура Тихого та інших океанів демонструє цілком виражену *циркумконтинентальну* структуру, тобто зниження біомаси планктону і бентосу, спрямоване до центральних частин океану як у меридіональному, так і в довготному напрямках. Було сформульовано концепцію контурних біотопів і угруповань моря [14, 15], яку в менших масштабах можна застосувати й до континентальних водойм. Широкого розвитку набули дослідження контурних угруповань гідробіонтів нейстону, бентосу, перифітону [14, 16]. Нарешті, дедалі активніше почали вивчати природу мікробіальних біоплівок [17]. Таким чином, виявлена й активно до-

сліджується ціла низка явищ і процесів у примежових зонах – від біосферомерону в масштабах біосфери до мікробіоплівки. На жаль, іще дуже повільно формується єдина теорія цих процесів у таких різних масштабах, однак необхідність такого теоретичного узагальнення не викликає сумніву.

Отже, біосфера за В.І. Вернадським у найзагальнішому вигляді є системою, яка в океані складається з *поверхневої зони океану* – плівки, де відбувається трансформація сонячної енергії фотосинтетиками; *донної зони* – плівки, в якій відбувається трансформація й акумуляція органічних і мінеральних речовин; досить інертної *проміжної зони* між ними, а також *прибережного, шельфового згущення*, де всі геохімічні процеси активізуються завдяки контакту плівки, контакту океану й суші. На континентах є лише одна ґрунтова плівка життя.

Для В.І. Вернадського була очевидною структурованість біосфери на деякі субсистеми (плівки, згущення, інертні зони). Проте він підкреслював, що живі організми не існують відособлено, вони об'єднані в біоценози, які своєю чергою, висловлюючись сучасною мовою, у взаємозв'язку із середовищем утворюють екосистеми. Слід зазначити, що В.І. Вернадський досить широко використовував поняття біоценозу. Він не розглядав живу речовину як однорідне утворення, подібно до мінералів чи води. Жива речовина була в його уявленні завжди структурованою. Будь-які висновки щодо геохімічних функцій живої речовини, вважав учений, можна зробити не на основі відбору «зразка» будь-якого розміру, як це можливо для мінералу, а лише на підставі статистичних усереднень:

«Для того, чтобы учесть геохимический эффект скопления живого вещества, необходимо изучать геохимический эффект жизни в какой-нибудь естественной области земной коры. Только химический анализ средней пробы сообщества организмов может иметь значение для учета геохимических процессов» [18].

Виникає, однак, питання про структуру біосфери в проміжку від біосферомерону до конкретної екосистеми. Біосфера як вища

екосистема не є сумою біогеоценозів-екосистем. Вона має ієрархічну будову, кожен з рівнів її організації повинен мати свої емерджентні властивості. Проте цю ієрархічну систему глибоко й до кінця ще не вивчено. Географічний підхід у цьому аспекті ґрунтується скоріше на фізіономічних ознаках ландшафту, ніж на екологічних критеріях [19].

На нашу думку, другим рівнем у біосфері після біосферомерону можна виокремити біогеом як сукупність близьких за своїм характером екосистем. Біогеом поєднує в собі біом і геом як два компоненти великої підсистеми біосфери. Хоча відомі деякі погляди про те, що біом є сукупністю не біоценозів, як це визначив Ф. Клементс [23], а біогеоценозів-екосистем [16, 20, 21], виділення біогеомів як біомів і пов'язаних із ними геомів видається конструктивним і, крім того, не порушує пріоритету Ф. Клементса, який трактував біом як суто біотичне поняття.

Отже, біом можна розглядати як сукупність угруповань, близьких за складом екоморф і життєвих форм, характером біоценотичних зв'язків, трофічною структурою. Геом — «біотоп» біому, сукупність умов існування угруповань того чи іншого біому. Біогеом можна розглядати як сукупність подібних екосистем, структурно-функціональну єдність біому та геому [22].

Уже наприкінці 1930-х років у глобальній екології континентів склалися уявлення про біоми як великі ландшафтні одиниці живого покриву Землі, вигляд яких визначає тип рослинності [23]. Найважливіші відмінності умов середовища для біомів зумовлюють режим вологості й температури, який можна зобразити у вигляді клімадіаграм. Так, виділяють до кількох десятків типів рослинності, з якими пов'язані тваринні, грибні, бактеріальні ценози. Такі цілісні біоценози, в сукупності з подібними до них, утворюють біоми, наприклад тундри, степу тощо. Для тундрового біому характерне переважання серед автотрофів трав'янистих форм рослин, серед гетеротрофів — грибів, ґрунтових безхребетних, великих копитних хребетних. Біому дощового тропічного лісу притаман-

не домінування деревної екоморфи у рослин, фіто- і ксилофагів — серед гетеротрофів, насамперед комах. Очевидно, що й геоми, в яких існують ці біоми, значно відрізняються один від одного: істотні коливання температури й вологості, наявність вічної мерзлоти, тривалий світловий день у літній час у першому випадку й досить стабільні вологість і температура впродовж усього року — в другому.

У гідросфері критерії для виділення біогеомів зовсім інші. Докладний огляд біогеомів гідросфери зроблено нами раніше [16, 22, 24]. Єдність геому й біому визначає своєрідність біогеому в цілому, так само як єдність біоценозу й біотопу визначає характеристики екосистеми.

Для кожного біогеому є свій особливий набір чинників середовища, умов існування біоценозів, а також своєрідні біоценози зі своїм типом метаболізму, набором екоморф. Відсутність світла на значній глибині визначає повну гетеротрофність донного біому в океані, за винятком зон, де переважають відновні умови й існують автотрофно-гетеротрофні угруповання на основі хемосинтезу (гідротермальні та сипові біоценози). Екосистемам пелагічного біогеому океану притаманні зовсім інші просторово-часові характеристики. Умови існування гідробіонтів тут визначає градієнт освітленості, наявність фотичної, де відбувається фотосинтез, і афотичної зон. Як зазначав В.І. Вернадський, остання істотно переважає за своїми розмірами. Однак ці дві зони практично не можна розділити, оскільки відбуваються колосального масштабу процеси вертикальної міграції організмів, що зумовлюють постійне переміщення й обмін живої речовини. Крім того, для такого біогеому характерні певні циклічні процеси в океанічних кругообігах різного просторового масштабу.

Унікальні екосистеми глибоководних гідротерм було відкрито лише в останній чверті ХХ ст. Їм властиві симбіотрофічні відносини між гетеротрофами й хемосинтетиками, що надає цим екосистемам значної незалежності від процесів фотосинтезу, від тієї поверх-

невої плівки, де продукується основна маса органічної речовини. Однією з головних ознак біогермового біогеобіому є здатність великої кількості гідробіонтів створювати біогенні споруди, формувати біогенний біотоп. Це єдиний біогеом, де біологічні фактори так інтенсивно впливають на геом, по суті створюють його. Уповільнений водообмін, як основна характеристика умов проживання лімнофільних угруповань, на відміну від лотичних, визначає головні особливості й характеристики лімнобіогеому, до якого входять екосистеми поверхневих вод з уповільненим водообміном. Таким чином, колосальну різноманітність гідроєкосистем можна звести менш як до десяти великих біосферних одиниць — біогеомів.

**Висновки.** Біосфера існує понад 3 млрд років. Вона багаторазово змінювала свій вигляд, проте завжди в основі її функціонування були взаємозв'язки між живою та косною речовиною. Складність і різноманітність цих відносин постійно зростали. При цьому відносини як усередині біокосних елементів біосфери, так і між біотою й косним середовищем перебували в певній гармонії, негармонійні системи як організмів, так і вищих рівнів мали бути відсіянні еволюційним добром. Особливо інтенсивно це відбувалося в періоди великих біосферних криз (пермський, мезозойсько-кайнозойський). Така гармонія біологічних і біокосних систем різного рівня і є основою існування біосфери. Проте в цю гармонію дедалі більше втручається людська діяльність, у результаті якої створюється нова система планетарного масштабу — техноекосфера. В її основі лежать різноманітні техноекосистеми. Питання про те, чи формують техноекосистеми окремі *біотехногеом*, важливе не лише в теоретичному плані. Негармонійні стосунки з природою окремих техноекосистем спричиняють локальні кризові ситуації, а негармонійність у масштабах біогеому — біосферну кризу.

Наукові концепції В.І. Вернадського вже відіграли колосальну роль у формуванні наукового світогляду, однак можна бути цілком певним, що майбутні покоління відкриють для себе нові важливі сторони його творчої спадщини.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Вернадский В.И.* Биосфера. — Л.: Науч. хим.-тех. изд-во, 1926. — 146 с.
2. *Гумбольдт А.* География растений / под общ. ред. Н.И. Вавилова. — М.: ОГИЗ-СЕЛЬХОЗГИЗ, 1936. — 230 с.
3. *Гиляров А.М.* Вернадский, дарвинизм и Гея. Критические заметки на полях «Биосферы» // Журн. общ. биол. — 1994. — Т. 55, № 2. — С. 238–249.
4. *Гиляров А.М.* «Pouvoir de la vie»: Ж.Б. Ламарк в предыстории экологии // Природа. — 1999. — № 4. — С. 21–28.
5. *Лапо А.В.* Следы былых биосфер. — М.: Знание, 1987. — 208 с.
6. *Шадрин Н.В.* Александр Гумбольдт — первый эколог // Морск. экол. журн. — 2009. — № 3. — С. 77–83.
7. *Вернадский В.И.* Живое вещество и биосфера. — М.: Мысль, 1994. — 672 с.
8. *Соколов В.Е., Шилов И.А.* Развитие идей В.И. Вернадского в современной экологии // Вест. АН СССР. — 1989. — № 7. — С. 91–95.
9. *Вернадский В.И.* Живое вещество в химии моря. — Петроград: Науч. Хим.-тех. Изд-во, 1923. — 37 с.
10. *Зенкевич Л.А.* Биологическая структура океана // Зоол. журн. — 1948. — Т. 27, № 2. — С. 113–124.
11. *Богоров В.Г.* О единстве природы океана // Вест. МГУ. Сер. географ. — 1959. — № 4. — С. 201–206.
12. *Богоров В.Г., Зенкевич Л.А.* Биологическая структура океана // Экология водных организмов. — М.: Наука, 1966. — С. 3–14.
13. *Айзатуллин Т.А., Лебедев В.Л., Хайлов К.М.* Океан. Активные поверхности и жизнь. — Л.: Гидрометеиздат, 1979. — 192 с.
14. *Зайцев Ю.П.* Морская нейстонология. — К.: Наук. думка, 1970. — 264 с.
15. *Зайцев Ю.П.* Введение в экологию Черного моря. — Одесса: Эвен, 2006. — 224 с.
16. *Протасов А.А.* Жизнь в гидросфере. Очерки по общей гидробиологии. — К.: Академперіодика, 2011. — 704 с.
17. *Legandowski Z.* Structure and function of bacterial biofilms // Corrosion. — 1998. — V. 296. — P. 1–15.
18. *Вернадский В.И.* Живое вещество. — М.: Наука, 1978. — 358 с.
19. *Сочава В.Б.* Проблемы физической географии и геоботаники. Избр. тр. — Новосибирск: Наука, 1986. — 344 с.
20. *Дроздов Н.Н., Мяло Е.Г.* Экосистемы мира. — М.: АБФ, 1997. — 340 с.
21. *Бурковский И.В.* Морская биогеоценология. Организация сообществ и экосистем. — М.: КМК, 2006. — 285 с.
22. *Протасов А.А.* Биогеом как структурная единица биосферы // Биосфера. — 2012. — Т. 4, № 3. — С. 280–285.
23. *Clements F.T., Shelford V.E.* Bio-Ecology. — N.Y.: Wiley & Sons Inc., 1939. — 425 p.
24. *Протасов А.А.* Биомы в гидросфере // Морск. экол. журн. — 2006. — Т. 5, № 3. — С. 31–44.

Стаття надійшла 23.03.2013 р.

*А.А. Протасов*

Институт гидробиологии  
Национальной академии наук Украины  
просп. Героев Сталинграда, 12, Киев, 04210, Украина

НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ  
АКАДЕМИКА В.И. ВЕРНАДСКОГО  
И ИЗУЧЕНИЕ ЖИЗНИ В ГИДРОСФЕРЕ

В статье освещаются некоторые положения концепции биосферы В.И. Вернадского, вводится и обсуждается понятие биосферомерона, рассматриваются характеристики биogeомов гидросферы.

*Ключевые слова:* биосфера, В.И. Вернадский, биосферомерон, гидросфера, биogeом.

*A.A. Protasov*

Institute of Hydrobiology  
of National Academy of Sciences of Ukraine  
12 Heroev Stalingrada Ave., Kyiv, 04210, Ukraine

ACADEMICIAN VLADIMIR VERNADSKY  
SCIENTIFIC HERITAGE AND THE STUDY  
ON LIFE IN THE HYDROSPHERE

In the article some constructs of Vernadsky biosphere theory are discussed, the concept of biospheromeron is coined, the characteristics of hydrosphere biogeomes are considered.

*Keywords:* biosphere, Vernadsky, biospheromeron, hydrosphere, biogeome.