
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕОСФЕР

УДК 504.7

DOI 10.29003/m3446.0514-7468.2023_45_2/174-183

МЫСЛИ В.И. ВЕРНАДСКОГО О БИОСФЕРЕ, СЕТЕВЫЕ СТРУКТУРЫ И ШАПЕРОНЫ

А.В. Олескин*

Понятие не утратившее своей актуальности научно-философское наследие В.И. Вернадского включает в себя представление о двух децентрализованных, но тем не менее эффективно действующих на нашей планете структурах: биосфере, как природного целого, и ноосферы, как преобразующей саму Землю и её биосферу планетарной мыслящей «плёнки». Великой загадкой является механизм координации и стабильного функционирования биосферы, однако в последние десятилетия получены важные данные о регулирующей роли поля сигнальных молекул (экомонов). Что касается формирующейся ныне ноосферы, то людям предстоит освоить пути сознательного регулирования её деятельности. В качестве регулятивных инструментов предлагаются социальные шапероны, понимаемые как сетевые структуры, мягко направляющие и стимулирующие деятельность других децентрализованных сетей социума.

Ключевые слова: биосфера, ноосфера, децентрализованные сетевые структуры, сигнальные молекулы, нейромедиаторы, социальные шапероны.

Ссылка для цитирования: Олескин А.В. Мысли В.И. Вернадского о биосфере, сетевые структуры и шапероны // Жизнь Земли. 2023. Т. 45, № 2. С. 174–183. DOI: 10.29003/m3446.0514-7468.2023_45_2/174-183.

Поступила 26.03.2023 / Принята к публикации 31.05.2023

VLADIMIR VERNADSKY'S THOUGHTS CONCERNING THE BIOSPHERE, NETWORK STRUCTURES, AND CHAPERONES

A.V. Oleskin

Lomonosov Moscow State University (Faculty of Biology)

Vladimir Vernadsky's scientific and philosophical legacy still holds much value for the present-day world. It is largely concerned with the potential importance of two decen-

* Олескин Александр Владимирович – д.б.н., профессор, биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, oleskinu@yandex.ru.

tralized structures which can efficiently function on our planet. These are (i) the biosphere, construed as an integral entity, and (ii) the noösphere, a planet-wide human brains-based “film”. A fascinating mystery is the mechanism of the biosphere’s coordination and stable operation; important evidence has recently been presented concerning the probable regulatory role of the biosphere-wide field of signal molecules (ecomones) which include many neurotransmitters. As for the currently developing noösphere, humankind still has to invent strategies of conscious managing its activities. It is suggested that the functioning of the decentralized global noöspheric network should be subject to regulation by social chaperones. This term refers to network structures which subtly guide and promote the activities of other decentralized network structures in society.

Keywords: biosphere, noösphere, decentralized network structures, signal molecules, neurotransmitters, social chaperones.

For citation: Oleskin, A.V., “Vladimir Vernadsky’s thoughts concerning the biosphere, network structures, and chaperones”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] 45, no 2, 174–183 (2023) (in Russ., abstr. in Engl.). DOI: 10.29003/m3446.0514-7468.2023_45_2/174-183.

Сетевые структуры как распределённые многозвенные системы из элементов (вершин, или узлов) любого типа со связями между ними, которые обозначаются как рёбра (дуги) [12], представляются знаменем нашего времени с его информационными технологиями и цифровой реальностью. Однако в работах великого отечественного учёного Владимира Ивановича Вернадского современное представление о сетевых структурах было предвосхищено в рамках концепций биосферы и ноосферы.

Биосфера как сетевая структура. Как отмечалось в ряде статей в юбилейном выпуске журнала «Жизнь Земли»¹, биосфера понималась академиком Вернадским не просто как совокупность всех живых организмов планеты (её «живого вещества»). Вслед за В.В. Докучаевым В.И. Вернадский трактовал биосферу как особую целостную оболочку, развитие которой представляет сопряжённый процесс эволюции органического мира, эволюции химизма земной коры и геологических преобразований на планете. Он подчёркивал, что биосфера есть «определённая геологическая оболочка нашей планеты, резко отличная от других её оболочек, строение которой определяется её своеобразной организованностью». Важно, что Вернадский дифференцировал организацию неживой материи, которую он называет «механизмом», и специфическую «организованность» биосферы. По его словам [3, с. 22], «организованность резко отличается от механизма тем, что она находится непрерывно в становлении, в движении её самых мельчайших материальных и энергетических частиц».

Именно такая динамическая «организованность» с постоянным перемещением и обновлением элементов выступает как сущностная характеристика одного из важнейших классов сетевых структур. В рамках современной «сетевой науки» (network science) речь идёт о децентрализованных сетях. В подобной сетевой структуре отсутствует единый центр (лидер, доминант), и её поведение является результатом динамичных кооперативных взаимодействий между элементами (узлами), среди которых могут быть несколько частичных лидеров (хабов) с ограниченным воздействием на всю сеть.

Хорошо известно, что биосфера представляет собой многоуровневую структуру («слоёный пирог»), начиная от биологических молекул (и даже атомов, способных, по В.И. Вернадскому, к «биогенной миграции»), включая уровни отдельных организмов (индивидов, особей), их популяций, сообществ (биоценозов), целых экосистем различного порядка, в т. ч. зональных биомов, и завершая целой планетарной системой жизни в её взаимодействии с неживыми составляющими планеты Земля.

¹ См. «Жизнь Земли». 2023. Т. 45, № 1.

В приложении к составляющим биосферу системам любого уровня децентрализованная (сетевая) организация означает, что в очень многих случаях в них невозможно вычленить центральное управляющее звено.

Децентрализованным сетевым структурам противостоят *иерархические структуры*, которые отличаются наличием центрального управляющего звена. Например, на уровне сообщества из нескольких взаимодействующих популяций в ряде ситуаций можно выделить иерархические отношения: это означает, что популяция одного из видов получает преимущественный доступ к имеющимся в распоряжении сообщества ресурсам. Однако существенный вклад неиерархических (сетевых) отношений обеспечивается относительным «равноправием» (кодоминированием) сразу нескольких видов в сообществе, а также формированием кооперативных отношений по принципу последовательного осуществления этапов одного процесса (примером служит метаногенная микробная ассоциация, где разные микробные популяции осуществляют разные стадии превращения органического субстрата в конечном счёте в метан и углекислый газ).

Биосферу в целом можно рассматривать с известным правом и как своего рода иерархическую структуру, где «живое вещество» играет доминантную, а «косное вещество» (термин В.И. Вернадского, означающий неорганические ресурсы биосферы, которые формируются без участия живых организмов) – подчинённую роль. В то же время в пределах самого живого вещества имеют, несомненно, место горизонтальные сетевые связи, связанные с обменом веществом, энергией и информацией между равными по важности звеньями экосистем или между самими локальными экосистемами. Сетевой децентрализованный характер взаимодействия звеньев внутри экосистем в составе биосферы подчёркивается в том случае, если на схемах экосистем изображаются не просто линейные пищевые цепи, а пищевые сети, где одну и ту же роль, скажем, вторичных консументов, играют несколько разных видов или, наоборот, один и тот же вид выступает в нескольких ролях [4]. Примеры:

- питающихся растениями насекомых поедают как хищные насекомые (жужелицы), так и птицы (например, воробьи);
- мыши питаются как растительной пищей, так и насекомыми, т. е. совмещают роли первичных и вторичных консументов.

Взаимоотношения человечества и биосферы можно рассматривать в этих концептуальных рамках как взаимоотношения двух систем, которые в то же время выступают как элементы системы ещё более высокого порядка. Эти взаимоотношения могут препятствовать функционированию целого (быть дисфункциональными) или, наоборот, способствовать таковому (быть функциональными). Взаимоотношения человечества и биосферы могут опираться лишь на неиерархические механизмы – человечество и биосфера (или, на более частном уровне, компоненты каждой из двух глобальных систем) могут выступать лишь как *равноправные элементы вселенской децентрализованной сетевой структуры*. Именно в попытке навязать биосфере иерархическую структуру с человеком на вершине, «покорить природу», человечество наносит ей (и себе, конечно) наибольший вред, и эта столь актуальная ныне стержневая мысль вполне созвучна многим идеям поздних работ В.И. Вернадского. Он особо подчёркивал, что, например, «в XX веке человечество должно уже употреблять специальные старания, чтобы не допустить истребления всех животных...» [3, с. 40].

Представления Вернадского об «организованности биосферы» как планетарной сетевой структуры заостряет давно ставившийся натуралистами кардинальный вопрос, связанный именно с фактом отсутствия в биосфере единого управляющего центра.

Речь идёт о проблеме *стабильного, гармоничного функционирования многих природных экосистем* в отсутствии центрального управляющего звена. Каким образом получается так, что в рамках биосферы существует множество долговременно устойчивых (климаксных) экосистем, которые существенно не менялись и функционировали на протяжении многих миллионов лет?

Сигнальное поле. Экомоны. В ряде работ экологов феноменальную стабильность таких экосистем, обеспечивающих долговременную гармонию биосферы в целом, связывают с существованием сложного динамического поля *химических сигналов*, воспринимаемых другими представителями той же экосистемы и оказывающих на них многообразное регуляторное влияние в ролях феромонов, алломонов, кайромонов, синомонов² и др. Следует ожидать, что подобные коммуникативные сигналы имеют разнообразную химическую природу: это могут быть различные органические молекулы, ионы, неорганические (в т. ч. газообразные) вещества.

Детально изучены, например, кворум-зависимые (quorum-sensing, QS) системы, ставящие под контроль плотности популяции (кворума) различных одноклеточных организмов многие важные процессы (обзорная монография [6]), в т. ч. люминесценцию, синтез антибиотиков и ферментных комплексов, межклеточный перенос генетической информации (трансформацию, конъюгацию), клеточную агрегацию, секрецию белков, формирование биоплёнок, споруляцию, образование факторов вирулентности и др. Популяции микроорганизмов способны оценивать собственную плотность по концентрации вырабатываемых всеми клетками популяции сигнальных веществ – QS-сигналов (феромонов, или аутоиндукторов). Существуют не только видоспецифические, но и многочисленные межвидовые QS-сигналы, в т. ч. участвующие в «общении» различных микро- и макроорганизмов [6].

Коммуникация посредством сигнальных веществ может быть близко- или дальнедействующей (контактной или дистантной), односторонней (от источника сигнала к его получателю) или двусторонней (источник и получатель меняются ролями); в ряде случаев коммуникация носит характер дезинформации (один организм манипулирует поведением другого) или «смертельной информации» (клетка подаёт другой клетке сигнал к апоптозу – программируемой гибели). В почвенных консорциумах представители *Bacillus* выделяют ферменты, разрушающие лактоновое кольцо N-ацилгомосеринлактона и тем самым выводящие из строя этот важный QS-сигнал микробных конкурентов – грамотрицательных бактерий [8].

В водоёмах красные водоросли *Delysea pulchra* и *Bonnemaisonia hamifera* вырабатывают галогенированные фуранолы и полигалогенированный 2-гептанон соответственно, которые выступают как информационные помехи для QS-систем грамотрицательных бактерий, регулирующих их подвижность, выделение внеклеточных веществ и образование биоплёнок. Такая «дезинформация» препятствует колонизации поверхности слоевища этих водорослей бактериями. Бурая водоросль *Delysea menstrual* выделяет дитерпеновые спирты, которые нарушают ювенильный метаморфоз и развитие личинок беспозвоночных, пытающихся прикрепиться к этой водоросли [11].

В водных экосистемах взаимодействия посредством химических медиаторов существенно изменяют структуру популяций, организацию биоценозов, функционирование

² Феромоны – сигналы, которые модифицируют поведение, физиологическое и/или эмоциональное состояние других особей того же вида. Алломоны – вещества, вырабатываемые организмом для направленного действия на представителей других видов, вызывая у них реакции (физиологические, поведенческие и др.), которые оказываются полезными для вида – источника алломонов. Кайромоны – вещества, которые опосредуют межвидовые взаимодействия таким образом, что приносят пользу особи другого вида, которая их получает, и вредят источнику. Синомоны приносят пользу обоим партнерам по взаимодействию.

экосистем [11]. Под влиянием химической коммуникации находятся стратегии добывания пищи, выбор питания, процессы в ассоциациях комменсалов, выбор брачного партнёра и местообитания, конкурентные взаимодействия, обмен энергией и питательными веществами внутри экосистемы и между экосистемами.

В число подобных сигнальных веществ, как продемонстрировано в ряде работ автора, следует отнести некоторые *нейромедиаторы* (нейротрансмиттеры). Ряд нейромедиаторов выполняют коммуникативные и регуляторные функции у представителей различных типов животных, растений, грибов, простейших, что позволяет обозначать их более общим термином «биомедиаторы» [16]. Для данной работы особо отметим, что подобные биомедиаторы участвуют во всякого рода межвидовых взаимодействиях, и тогда они вовлечены в регулирование функционирования целых консорциумов или экосистем. Например, у зелёной водоросли *Ulvaria obscura* дофамин, который накапливается в её биомассе, функционирует как протектор водоросли, предотвращая поедание этой водоросли морскими ежами, брюхоногими, а также членистоногими [17].

В работах автора было выдвинуто предположение о роли нейромедиаторов в составе пула экосистемных сигналов, которые вырабатываются и воспринимаются сразу многими компонентами экосистем и поэтому служат для коммуникации не только в рамках парных взаимодействий паразит–хозяин или хищник–жертва, но и на более «глобальном» уровне регуляции функционирования всей экосистемы, функционируя не только как внутривидовые (в роли феромонов), но и межвидовые факторы коммуникации. Это даёт основание в целом обозначать нейромедиаторы, как, впрочем, и многие другие сигналы, как *экомоны* [7]. Данный термин вводился несколько десятилетий назад в работах М. Флоркина [10] и Ж. Пастельса [13], причём подчёркивалось, что экомоны включают в себя внутривидовые и межвидовые сигналы, наряду с веществами, поступающими из абиотического окружения. Более того, подобные экомоны присутствуют в водных экосистемах не только в силу их синтеза компонентами таких экосистем. Если цитированный Пастельс говорит об «*абиотическом окружении*», то в настоящее время нейроактивные вещества и их аналоги попадают в окружающую среду как антропогенные вещества – поллютанты.

Ноосфера как сетевая структура. В.И. Вернадский в своих трудах позднего периода обозначает *ноосферу* как новое состояние биосферы. По его словам, «*ноосфера есть новое геологическое явление на нашей планете. В ней впервые человек становится крупнейшей геологической силой. Он может и должен перестраивать своим трудом и мыслью область своей жизни, перестраивать коренным образом по сравнению с тем, что было раньше. Перед ним открываются всё более и более широкие творческие возможности*» [2, с. 12]. По словам учёного, «*человек своим трудом – и своим сознательным отношением к жизни – перерабатывает земную оболочку – геологическую область жизни – биосферу. Он переводит её в новое геологическое состояние; его трудом и сознанием биосфера переходит в ноосферу ... Лик планеты меняется глубочайшим образом. Создаётся стадия ноосферы*» [1, с. 2]. Ноосфера, таким образом, выступает как преобразованная биосфера, в которой работает «*великая геологическая сила <...> – разум человека, устремлённая и организованная воля его как существа общественного*». Здесь можно подчеркнуть, что Пьер Тейяр де Шарден, разработавший концепцию ноосферы параллельно с Вернадским, опирался на представления неоплатоников, и тогда ноосфера выступала как этап приобщения–возврата к Единому³ душ, отделившихся от этого творящего мир начала.

³ Единое по философским взглядам неоплатоников (Плотин, Прокл) – источник всего сущего. Из Единого путём истечения (эманации) происходит Ум (нус), из которого также путём эманации рождается чувственный космос.

Для В.И. Вернадского, оставшегося, в отличие от Тейяра де Шардена, на сугубо научных позициях (без теологии), ноосфера проходила не менее двух этапов в своём развитии: 1) ноосфера в стадии становления, стихийно осуществлявшегося с момента появления человека на Земле; 2) ноосфера, развитая сознательными совместными усилиями людей в интересах всестороннего развития всего человечества, как Вернадский подчёркивает в работе «Научная мысль как планетное явление» [3].

Такая прогрессивно развивающаяся новая «разумная оболочка» Земли не может не представлять собой глобальную *децентрализованную сетевую структуру*, которую представляет собой, конечно, и сама биосфера. Опять упомянем теолога Тейяра де Шардена, прямо связывавшего развитие ноосферы с созданием человечеством всё более сложных социальных сетей.

Как покрывающая планету «плёнка разума», ноосфера не может иметь единого центра, как не имеют его, например, биоплёнки, формируемые микроорганизмами. Однако даже микробная биоплёнка способна к эффективной координации поведения слагающих её клеток, во многом за счёт кратко рассмотренного выше поля сигнальных молекул, включая quorum sensing-факторы. Вопрос о необходимости координации действий ноосферы в планетарном масштабе осознавался В.И. Вернадским, который в работе «Несколько слов о ноосфере» [2, с. 9] подчёркивал, что «в геологической истории биосферы перед человеком открывается огромное будущее, если он поймёт это и не будет *употреблять свой разум и свой труд на самоистребление*» (курсив мой – О.А.).

Вопрос о координации усилий объединённых ноосферой мыслящих людей перерастает здесь в вопрос об их *ответственности* за судьбу биосферы и всей планеты. Но кто берёт на себя ответственность за действия децентрализованной сети, если она лишена единого руководства?

В биосфере, как уже было обсуждено, успешному гармоничному функционированию целой системы способствует поле коммуникативных сигналов, которыми обмениваются компоненты природных экосистем. В социуме очевидным аналогом является информационное поле, в котором и развивается ноосфера. Каждая сетевая структура в социуме опирается на некоторый нематериальный «костяк» (его называют «матриksom» по аналогии с межклеточным матриksom микробных биоплёнок [5]) из идей, ценностей, принципов, норм поведения, которых придерживаются все участники данной сети, чему бы она себя ни посвящала. Однако, в отличие от биосферы, информационное поле, направляющее развитие социальных сетевых структур и всей ноосферы, не должно формироваться чисто стихийно. Иначе велик риск того, что сетевые структуры подпадут под влияние тех или иных вредоносных «коммуникативных сигналов», исходящих из преступного мира, от террористических организаций и т. д.

В предшествующих авторских работах обосновывается тезис о *социальных шаперонах* как социальных сетях, способных мягко направлять и стимулировать деятельность других децентрализованных сетевых структур.

Социальные шапероны. Развитие сетевых структур как в биосистемах, так и в человеческом социуме в существенной мере определяется не директивным воздействием извне, а внутренней самоорганизацией. Самоорганизация характерна уже на молекулярном уровне; так, очищенный денатурированный (т. е. лишённый функциональной конформации) фермент рибонуклеаза, как известно, самопроизвольно восстанавливает свою конформацию, укладываясь так, чтобы получился нормально функционирующий фермент. Спонтанно самособираются частицы вируса табачной мозаики и субъединицы (структурные компоненты) бактериальных рибосом.

Как в биосистемах, так и в социуме спонтанная самоорганизация имеет свои пределы, за которыми возникает необходимость корректирующего воздействия извне. В случае биополимеров следует подчеркнуть, что, например, взаимодействия внутри и между полипептидами и другими молекулами должны контролироваться, чтобы уменьшить вероятность формирования «неправильных» структур, т. е. структур, которые не обладают функциями, требуемыми их биологическим контекстом [9]. Аналогично исследователи сетевых структур в человеческом социуме, в частности, в бизнесе, констатировали, что весьма значительная часть сетевых форм организации не выполняет тех функций, ради которых они были созданы [14].

Для многих молекулярно-биологических систем характерны шапероны – молекулы, которые регулируют сборку, укладку и последующее стабильное функционирование других биомолекул. В приложении к белковым молекулам различных типов шапероны способствуют правильной укладке полипептидных цепей сразу после их биосинтеза, объединению этих цепей – с возможным участием других макромолекул – в структуры более высокого уровня сложности (олигомеризации) и адекватным перестройкам полученных структур в процессе их транспорта через биомембраны и последующего функционирования. Сам термин «шаперон» (chaperone), предложенный впервые на научной конференции в Копенгагене в 1987 г. и далее появившийся на страницах журнала *Nature*, ранее обозначал в английском языке лицо, сопровождавшее молодую незамужнюю женщину во время социальных событий, дабы убедиться, что эта женщина ведёт себя подобающим образом [19].

Аналоги биологических шаперонов – социальные шапероны (структуры-медиаторы) в человеческом социуме могут выполнять важные функции в связи с развитием сетевых структур, в рамках того, что обозначено В.И. Вернадским и П. Тейяром де Шарденом как «ноосфера» [5]:

1. *Стимулирование развития и распространения децентрализованных сетевых структур во всех сферах социума, где они целесообразны.* Здесь необходимо иметь в виду креативный потенциал сетевых структур, особенно при решении абстрактно сформулированных задач, когда сеть генерирует инновационные идеи. Сети в большей мере, чем иерархии, структурно предрасположены к предоставлению своим членам не только «информационных ресурсов», но и эмоциональной поддержки, они формируют у членов особую «сетевую идентичность», связанную с принятием основополагающих целей, норм поведения, особых этических правил и др. Многоаспектное общение участников сетевых структур приводит и к многоаспектному охвату поставленной задачи. Соответственно, задачей шаперонов является стимуляция всех этих полезных эффектов сетевых структур.

2. *Привлечение внимания разработчиков сетевых структур в разных сферах социума к их организационной многовариантности.* Здесь биология выступает как весьма ценный «кладезь идей». Различные известные из наук о живом варианты децентрализованных биологических структур (биологические парадигмы сетевой организации) могут дать существенную «пищу для ума» разработчикам сетевых структур в социуме, включая его экономическую и политическую сферы. С этой точки зрения весьма важен подсказываемый данными современной биологии организационный плюрализм сетевых структур в живой природе, что выражается в наличии не менее семи сетевых парадигм [5], в т. ч. клеточной («микробной»), ризомной («мицелиальной»), нейронной (включая искусственные аналоги – перцептроны, рекуррентные сети Хопфилда, слой Кохонена и др.), модульной («кишечнополостной»), эквипотенциальной («рыбной»), зусоциальной («муравьиной»), эгалитарной («обезьяньей»). Шапероны помогут сетям

выбрать оптимальную парадигму организации, возможно, с вкраплениями и несетевых структур (иерархических).

3. *Посредничество при контактах между структурами различных типов.* Дело в том, что даже развитая сетевая «ноосфера» неизбежно будет включать в себя «анклавы» несетевых структур в тех сферах социума, где они продолжают оставаться необходимыми. Так, в научном сообществе традиционные иерархии университетов, колледжей, институтов системы Академии наук и других учреждений выполняют весьма важные функции, включая экспертную оценку деятельности децентрализованных сетевых структур и решение вопроса об их поддержке. Налаживание конструктивных взаимодействий сетей и иерархий (в т. ч. бюрократий), а в ряде случаев – и сетевых структур между собой, требует участия организаций-посредников (медиаторов), которые выступают как частные случаи более общего понятия «социальные шапероны». Медиаторы во взаимодействии между сетями и иерархиями представлены, в частности, фабриками мысли, которые представляют собой независимые, не основанные на интересах каких-либо групп влияния, неприбыльные организации, «которые осуществляют экспертизу и вырабатывают положения», определяющие взаимодействия иерархических и сетевых структур [15].

4. *Экспертиза и мониторинг уже существующих сетевых структур с точки зрения их контента – целей, норм и др.* Именно социальные шапероны могли бы взять на себя благородную миссию гуманизации возникающей ныне «ноосферы» со стимулирующей сетей миротворческой, экологической, оздоровляющей, гуманитарной направленности и с плодотворным взаимодействием с иерархическими структурами.

5. *Мягкое регулирование умонастроений и чаяний граждан.* Шаперонные структуры с виртуальной компонентой уже показали свою эффективность в плане создания или, наоборот, подавления тех или иных ожиданий и стремлений в массах людей. Даже занятая сугубо космологической проблематикой сетевая команда астрономов, геофизиков, климатологов и эволюционных биологов под названием Virtual Planetary Laboratory при университете Вашингтона оказывается способной настроить людей на новые вдохновляющие цели типа освоения «новых домов человечества», в т. ч. планеты Proxima b, вращающейся вокруг сравнительно близкой к нам звезды Проксима Центавра [18].

Шапероны могут быть построены как децентрализованные сетевые структуры, отвечающие за стимулирование и медиирование деятельности других сетевых структур различного профиля: от узкоспециального (налаживание сети общественных туалетов на улице Ленина города N) до предельно общего (вплоть до кардинального вопроса о будущем всего человечества и планеты Земля в масштабах Солнечной системы). Такие регуляторные сетевые структуры могли бы включать в себя признанных учёных, деятелей образования и экспертов по социально и политически важным проблемам. Наряду с ними в такие шаперонные сетевые структуры могли бы входить общественные активисты, журналисты, деятели искусства, представители церкви и др.

Таким образом, концепции биосферы и ноосферы, развивавшиеся В.И. Вернадским, de facto исходят из представления о децентрализованной сетевой организации обоих планетарных «оболочек». Их координация и эффективное функционирование может опираться на распределённые направляющие механизмы. Последние включают в себя различные регуляторные сигнальные агенты, в т. ч. и нейромедиаторы в случае биосферы. Механизмы регуляции децентрализованной ноосферной сети ещё предстоит создать, и они обозначены в настоящей работе как социальные шапероны.

Благодарности и источники финансирования. Исследование проведено в рамках Программы развития Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды».

ЛИТЕРАТУРА

1. Вернадский В.И. О коренном материально-энергетическом отличии живых и косных естественных тел биосферы // Проблемы биогеохимии. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1939. Вып. 2. С. 2.
2. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере // Успехи современной биологии. 1944. Т. 18, № 2. С. 113–120.
3. Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста. М.: Наука, 1988. 520 с.
4. Олескин А.В. Биополитика. Политический потенциал современной биологии. М.: Научный мир, 2007. 508 с.
5. Олескин А.В. Децентрализованная сетевая организация научного сообщества: перспективы и проблемы. М.: УРСС, 2021. 144 с.
6. Олескин А.В., Шендеров Б.А., Роговский В.С. Социальность микроорганизмов и взаимоотношения в системе микробиота–хозяин: роль нейромедиаторов. М.: Изд-во МГУ, 2020. 286 с.
7. Олескин А.В., Постнов А.Л. Нейромедиаторы как коммуникативные агенты в водных экосистемах // Вестник Московского университета. Серия 16: Биология. 2022. Т. 77, № 1. С. 9–15.
8. Bassler B.L., Losick R. Bacterially speaking // Cell. 2006. V. 125. P. 217–246.
9. Ellis J., van der Vies S. Molecular chaperones // Annual Review of Biochemistry. 1991. V. 60. P. 321–347.
10. Florkin M., Schoffenfels E. Molecular approaches to ecology. New York: Academic Press. 1969.
11. Hay M.E. Marine chemical ecology: chemical signals and cues structure marine populations, communities, and ecosystems // Annual Review of Marine Science. 2009. V. 1. P. 193–212.
12. Newman M.E.J. Networks: an introduction. Oxford, New York, Auckland: Oxford University Press, 2012. 772 p.
13. Pasteels J.M. Is kairomone a valid and useful term? // J. of Chemical Ecology. 1982. V. 8 (7). P. 1079–1081.
14. Podolny J.M., Page K.L. Network forms of organization // Annual Review of Sociology. 1998. V. 24. P. 57–76.
15. Rich A. Think tanks, public policy, and the politics of expertise. PhD Dissertation. Yale University. 1999.
16. Roshchina V.V. Evolutionary considerations of neurotransmitters in microbial, plant, and animal cells // Microbial endocrinology: interkingdom signaling in infectious disease and health / Eds. M. Lyte, P.P.E. Freestone. New York: Springer, 2010. P. 17–52.
17. Van Alstyne K.L., Ridgway R.L., Nelson A. Neurotransmitters in marine and freshwater algae // Neurotransmitters in Plants: Perspectives and Applications / Eds. A. Ramakrishna, V.V. Roshchina. Boca Raton (FL): CRC Press, 2018. P. 27–36.
18. Virtual Planetary Laboratory (live-vpl-test.pantheonsite.io).
19. Webster’s Dictionary Online. Merriam-Webster. 2020 (<https://www.merriam-webster.com>).

REFERENCES

1. Vernadsky, V.I., “On the principal material and energetic difference between living and lifeless bodies of the biosphere”, *Problemy Biogeokhimii* [Issues in Biogeochemistry] 2, 2 (1939) (in Russian).
2. Vernadsky, V.I., “Some words on the noosphere”, *Usp. Sovrem. Biol.* [Proc. Modern Biol.] 18 (2), 113–120 (1944) (in Russian).
3. Vernadsky, V.I., *Philosophical Thoughts by a Natural Scientist* (Moscow: Nauka, 1988) (in Russian).
4. Oleskin, A.V., *Biopolitics: Political Potential of Modern Biology* (Moscow: Nauchny Mir, 2007) (in Russian).

5. Oleskin, A.V., *Decentralized Network Organization of the Scientific Community: Prospects and Problems* (Moscow: URSS, 2021) (in Russian).
6. Oleskin, A.V., Shenderov, B.A., Rogovsky, V.S., *Microbial Sociality and Interaction in the Microbiota–Host System: Role of Neurotransmitters* (Moscow: Moscow University Publishing Co., 2020) (in Russian).
7. Oleskin, A.V., Postnov, A.L., “Neurotransmitters as communicative agents in aquatic ecosystems”, *Vestnik Mos. Un-ta. Ser. 16 (Biology)* [Moscow Univ. Bull.] **77** (1), 9–15 (2022) (in Russian).
8. Bassler, B.L., Losick, R., “Bacterially speaking”, *Cell* **125**, 217–246 (2006).
9. Ellis, J., van der Vies, S., “Molecular chaperones”, *Annu. Rev. Biochem.* **60**, 321–347 (1991).
10. Florkin, M., Schoffenfels, E., *Molecular Approaches to Ecology* (New York: Academic Press, 1969).
11. Hay, M.E., “Marine chemical ecology: chemical signals and cues structure marine populations, communities, and ecosystems”, *Ann. Rev. Marine Sci.* **1**, 193–212 (2009).
12. Newman, M.E.J., *Networks: Introduction* (Oxford, New York, Auckland: Oxford University Press, 2012).
13. Pasteels, J.M., “Is kairomone a valid and useful term?”, *J. Chem. Ecol.* **8** (7), 1079–1081 (1982).
14. Podolny, J.M., Page, K.L., “Network forms of organization”, *Ann. Rev. Sociol.* **24**, 57–76 (1998).
15. Rich, A., *Think Tanks, Public Policy, and the Politics of Expertise*. PhD Dissertation. Yale University (1999).
16. Roshchina, V.V., “Evolutionary considerations of neurotransmitters in microbial, plant, and animal cells”, *Microbial endocrinology: Interkingdom Signaling in Infectious Disease and Health*, 17–52. Eds. by M. Lyte, P.P.E. Freestone (New York: Springer, 2010).
17. Van Alstyne, K.L., Ridgway, R.L., Nelson, A., “Neurotransmitters in marine and freshwater algae”, *Neurotransmitters in Plants: Perspectives and Applications*, 27–36. Eds. by A. Ramakrishna, V.V. Roshchina (Boca Raton (FL): CRC Press, 2018).
18. *Virtual Planetary Laboratory* (2023) (<https://live-vpl-test.pantheonsite.io>).
19. *Webster’s Dictionary Online*. Meriam-Webster (2020) (<https://www.merriam-webster.com>).