

«БИОСФЕРА—ГИДРОСФЕРА—НООСФЕРА» КАК ЕДИНАЯ ГИПЕРСЛОЖНАЯ СИСТЕМА

А.Н. Камнев

Московский государственный психолого-педагогический университет,
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
и Институт океанологии имени П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия

Эл. почта: dr.kamnev@mail.ru

Статья поступила в редакцию 26.04.2024; принята к печати 12.06.2024

В статье обсуждается необходимость интеграции естественнонаучных и современных гуманитарных знаний при осмыслении биосферы, что становится чрезвычайно актуальным в эпоху цифровизации. Биосфера и ноосфера рассматриваются на фоне развития наук о земной системе, концепций пределов роста, устойчивого развития, управления земной системой. Рассматриваются значение и структура гидросферы, некоторые ее параметры и подсистемы, биосферная роль воды, взаимосвязь и единство гидросферы и биосферы. Уделяется большое внимание проблемам дефиниции биосферы, в частности, у Э. Зюсса, В.И. Вернадского, П. Тейяра, проблемы интерпретации понятия «ноосфера». Анализируется первоисточник В.И. Вернадского «Несколько слов о ноосфере». На основе геохимических критериев ноосферы очерчены реальные подсистемы ноосферы (урбосфера, инфосфера, идеосфера, киберпространство и др.). Показана фактическая ноосферизация современной деятельности человека, включая образование. Наглядно продемонстрировано, что слово «биосфера» применяется в самых разных областях человеческой деятельности, например, в названии экспериментальных комплексов, музеев, системы ООПТ, то есть объектов ноосферы, а это является проблемой репрезентации. Приведены примеры того, что применение системного подхода, парадигмы сложности Э. Морена и теории гиперсложных систем позволяет корректно и эффективно демонстрировать взаимопроникновение гидросферы, биосферы и ноосферы.

Ключевые слова: агрофера, антропосфера, антропоцен, идеосфера, инфосфера, биосфера, В.И. Вернадский, гидросфера, гиперсложная система, живая система, живое вещество, земная система, киберпространство, ноосфера, техносфера, урбосфера.

«BIOSPHERE — HYDROSPHERE — NOOSPHERE» AS A SINGLE HYPERCOMPLEX SYSTEM

A.N. Kamnev

Moscow State University of Psychology and Education, Lomonosov Moscow State University, and P.P. Shirshov
Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

E-mail: dr.kamnev@mail.ru

The article discusses the need to integrate natural science and modern humanitarian knowledge for understanding the biosphere. This is becoming extremely relevant in the era of digitalization. The biosphere and noosphere are considered against the background of development of Earth system science and the concepts of growth limits, sustainable development, and Earth system management. Considered are the significance and structure of the hydrosphere, some of its parameters and subsystems, the biospheric role of water, and the relationship and unity of the hydrosphere and biosphere. Much attention is paid to the problems of defining the biosphere, in particular, by E. Suess, V.I. Vernadsky, and P. Teilhard, and to the problems of interpreting the concept of «noosphere». The original views of V.I. Vernadsky formulated in his article «A Few Words about the Noosphere» are analyzed. Based on the geochemical criteria of the noosphere, the subsystems of the noosphere are outlined (the urbosphere, the infosphere, the ideosphere, the cyberspace, etc.). The reality of the noospherization of modern human activities, including education, is shown. It is demonstrated by examples that the word «biosphere» is used in a variety of areas of human activity, such as in naming of experimental complexes, museums, protected natural areas, which are objects of the noosphere, and that this is a representation problem. Examples are given of how the application of the systems approach, the complexity paradigm of E. Morin, and the theory of hypercomplex systems allows to correctly and effectively demonstrate the interpenetration of the hydrosphere, biosphere, and noosphere.

Key words: agrosphere, anthroposphere, anthropocene, ideosphere, infosphere, biosphere, V.I. Vernadsky, hydrosphere, hypercomplex system, living system, living matter, Earth system, cyberspace, noosphere, technosphere, urbosphere.

От эволюции понятий к эволюции возможностей и желаний

Вторую половину XX столетия можно охарактеризовать как период поразительных научных открытий и бурного роста технологий, которые привели, с одной стороны, к прогрессу во всех отраслях человеческой жизни, а с другой – к истощению природных ресурсов, изменению рельефа поверхности Земли, трансформации биогеохимических процессов, а также к загрязнению окружающей среды, сопоставимому с глобальными катастрофами прошлого.

На передний план вышли глобальные проблемы. Это, в свою очередь, заставило человечество задуматься над вопросами о сохранении и возобновлении природных ресурсов. Люди стали всерьез обсуждать даже дефицит запасов чистой пресной воды. Пришлось пересмотреть отношение к жизни на Земле, к потреблению ресурсов, по-новому взглянуть на образование и воспитание, которые должны опираться на принципы природосообразности и знания экологических законов. Перед населением планеты Земля встал целый ряд серьезных задач, решение которых должно способствовать выживанию и дальнейшему разумному существованию человечества в сложившихся условиях. Это были задачи, связанные с экологической обстановкой, задачи социального характера, задачи образования и воспитания, а самое главное, задачи духовно-нравственной и этической сфер взаимоотношения людей.

В связи с этим изменились и исследовательские подходы. С 1960-х годов по мере развития *общей теории систем* (General Systems Theory, GST) Землю стали рассматривать как единую сложную систему, развивая *науку о земной системе* (Earth System Science, ESS). Она была призвана учитывать и достижения экологии, и постоянные изменения представлений о Земле, меняющиеся по мере развития аппаратной базы и вычислительной техники. ESS стала активно использовать данные таких наук, как глобальная экономика, системная геология, климатология, мегаэкология, океанология [24]. В этом научном направлении вошло в употребление понятие «*экосфера*», которое предложил Ламонт Коул [23], объединяющее геосферу (все твердое вещество планеты), атмосферу, гидросферу, магнитосферу и биосферу (под которой подразумевают только совокупность живых организмов Земли). Важное значение для продвижения этого подхода имел организационный фактор: в 1983 году в рамках NASA был сформирован «*Комитет по науке о системе Земли*», регулярно публикующий объемные труды. В 2000 году был основан «*Альянс по образованию в области наук о системе Земли*», который с тех пор подготовил более трех тысяч преподавателей.

В 2007 году на основе ESS Фрэнк Бирманн представил парадигму «*Управления земной системой*» [21], а в 2009 году стартовал «*Проект управления земной системой*» (Earth System Governance Project, ESGP). Его концепция включала в себя пять наборов исследовательских линз и четыре контекстуальных условия: трансформация, неравенство, антропоцен, разнобразия. Опираясь на десятилетние исследования, Бирманн определяет управление земной системой как эмпирическую реальность и политическую необходимость мировой политики в антропоцене [22]. По нашему мнению, традиционный подход ESS и ESGP недооценивает антропогенные (ноосферные) системы, которые оказывают колоссальное влияние на геосферы Земли и биоту, а также недостаточно учитывает достижения биогеохимической школы В.И. Вернадского, основоположника учения о биосфере и ноосфере. Можно предполагать, что стремление управлять земной системой «извне» должно вызывать соответствующий системный ответ, с непредсказуемыми негативными последствиями. Известно, что подобные мегапроекты сперва вызывают энтузиазм, затем осознание негативных последствий, которых едва ли не больше, чем позитивных, затем разочарование и «выход из моды».

В свое время подобный энтузиазм вызвали модели «*Пределы роста*» и «*Устойчивое развитие*». В XX веке осознание экологических проблем породило массовое представление, что на Земле может прожить лишь ограниченное количество людей, и снижение численности – один из путей решения проблем. На научной основе пределы экономического и демографического роста человеческой цивилизации в условиях постепенно истощающихся природных ресурсов были изучены на математических моделях и озвучены в докладе «*Пределы роста*» в 1972 году Римского клуба по проекту «*Проблемы человечества*» [13]. Это исследование выполнила по заказу Римского клуба команда Массачусетского технологического института из 17 человек под руководством профессора Денниса Медоуза. Там моделировались наиболее характерные для мировой системы сценарии в условиях приближения к пределам роста, и наиболее оптимальные, устойчивые сценарии развития человечества. Спустя пятнадцать лет в 1987 году в Ганновере экономист Эдуард Пестель, который в 1972 году критически проанализировал «*Пределы роста*», сделал доклад «*За пределами роста*» [26]. Доклад рассматривал диалектику роста и развития, пытался выявить резонанс «*Пределов роста*» и делал вывод о том, что вопрос заключается не в росте как таковом, а в качестве роста. В 1980 году термин «*sustainable development*» (от лат. *sustinere* – поддерживать, выносить, содержать) был вынесен в заглавие

программы «Всемирная стратегия охраны природы», разработанной МСОП совместно с UNEP, WWF, FAO и UNESCO [31].

В 1987 году на Генеральной Ассамблее ООН Г.Х. Брундтланд озвучила доклад «**Наше общее будущее**» [16], который был составлен «Всемирной комиссией по вопросам окружающей среды и развития» (WCED), учрежденной в 1983 году ООН с целью объединить страны для совместного достижения устойчивого развития. В 1992 году на Конференции ООН «Саммит Земли» в Рио-де-Жанейро представители 179 государств утвердили «Повестку дня на XXI век», включавшую **ориентацию на устойчивое развитие**. На этой конференции работала и российская делегация, которую возглавлял вице-президент. В 1996 г. Указом Президента РФ от 01.04.1996 № 440 была утверждена «Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию». В 2015 году Генассамблея ООН приняла Цели устойчивого развития на период до 2030 года.

Концепции «пределов роста» и «устойчивого развития» имели сложную историю и повлияли на политические представления. Однако выяснилось, что реальные тенденции противоречат целям и идеалам «устойчивого развития» – о мирной и стабильной жизни, экономическом и экологическом благополучии. С момента принятия идеи «устойчивого развития» были инспирированы крупные **политические кризисы**, из-за которых пострадало огромное число людей. Так, ликвидация блока СЭВ (январь 1991) и распад СССР (декабрь 1991) вызвали длительный кризис развития в десятках стран и «новых независимых государствах». «Война с терроризмом», объявленная США после событий 11 сентября 2001 года, сопровождалась вторжением в Афганистан, Пакистан, Филиппины, Сомали, Йемен, Судан, Ирак и другие суверенные страны, порождая разрушения и длительную дестабилизацию. Происходила череда «цветных революций», «Арабская весна» (2011), организованные беспорядки в Европе, России и США на рубеже 2020-х, пандемия COVID-19, системный военный конфликт в начале 2020-х. Более того, осуществляется эскалация конфликтов, попытки довести их до глобального, общечеловеческого уровня. Все это негативно отражается на судьбах людей, а также на социальном климате, состоянии окружающей среды – и соответственно вызывает разочарование в идеалах устойчивости и в научно обоснованных моделях.

Сегодня мы наблюдаем аналогичный энтузиазм в отношении генеративных нейросетей, искусственного интеллекта и различных нейронаук. На эту область возлагались и возлагаются большие надежды, за исследования в нейронауках были вручены 28 Нобелевских премий (причем первым в 1904 году ее удостоился И.П. Павлов). Проведя исследование,

мы обнаружили, что в нейронауках развивается великое множество направлений, зачастую не связанных ни между собой, ни с нервной системой живых организмов. **Современные нейронауки** можно сгруппировать по следующим направлениям: 1) биологические (нейрофизиология, когнитивная нейробиология, нейроэтология); 2) генетические (нейрогенетика, генетика поведения); 3) информационные (нейрокибернетика, нейросети, нейрокомпьютерный интерфейс); 4) культурологические (нейрокультура, нейроархитектура, нейродизайн); 5) медицинские (неврология, нейрохирургия, нейроинженерия); 6) образовательные (нейропедагогика, нейрокоучинг); 7) политические (нейрополитика, нейроправо, военная нейронаука); 8) психологические (нейропсихология, нейрокоммуникации); 9) социологические (нейросоциология, нейроантропология); 10) философские (нейроэпистемология, нейроэвристика, нейрофеноменология, нейроэтика, нейротеология); 11) химические (нейрохимия, молекулярная нейронаука, нейропсихофармакология); 12) экономические (нейроэкономика, нейромаркетинг); 13) языковые (нейролингвистика, нейросемантика). Этот обширный список (перечисляющий далеко не все нейронауки) приведен здесь для иллюстрации как бурного развития большой науки, так и восприятия ее результатов в обществе. Казалось бы, прогресс в сфере нейронаук очевиден. Вопрос в том, стало ли у нас спокойнее на душе? В порядке ли наши нервы? Возросла ли разумность общества и рациональность принятия крупных решений?

Развитие проектов большой науки, таких как «Управление планетой Земля», «Геном человека», «Человеческий мозг», позволило получить уникальные данные, и, соответственно, инструменты, необходимые для разумной, здоровой, созидательной и счастливой жизни. У человечества появились знания и технологии, позволяющие заняться исправлением ошибок и решением проблем. Однако у этой медали выявилась обратная сторона: наряду с позитивными возможностями появились новые соблазны и механизмы, направляющие людей на потребительский образ жизни и усугубляющие глобальные проблемы. Экология из академической науки превратилась в предмет массовой культуры, общественной активности и политических спекуляций. Произошли разительные изменения в менталитете масс и в картине мира индивидуума, размывающие понимание биосферных проблем.

А в целом происходят **радикальные изменения** в самых разных областях жизни, которые называют «цифровая эпоха» (Digital Age) или «эпоха интернета» (Internet Age). В таких условиях для корректного обсуждения и исследования вопросов экологии и такой фундаментальной темы, как биосфера, требует-

ся *новая эпистемология*, новизна которой связана с развитием информационных технологий, накоплением больших данных, прогрессом наук о сложности и с другими возможностями. Необходим синтез гуманитарных, естественнонаучных и информационных знаний, использование системного подхода, анализ базовых понятий в их историческом аспекте.

Гидросфера и ее подсистемы

Ключевым компонентом устойчивого существования биосферы является вода, принадлежащая, по сути, гидросфере. Вода, находящаяся в различных физико-химических состояниях и растворах, одновременно является средой обитания, условием жизни, ресурсом жизнеобеспечения, а также основной составной частью всех живых организмов. Вода – среда, в которой совершаются сложные биохимические и биофизические процессы, в том числе важнейший для биосферы – фотосинтез, где вода является не только средой, но и важнейшей химической субстанцией фотолитиза.

Все воды планеты Земля можно объединить в *гидросферу*. Это слово использовал еще **Аристотель** в IV веке до н. э., когда в труде «Метеорологика» [1] описал погодные явления, первоэлементы, водяной пар, геологические изменения, размер ойкумены, соединение морей, химические преобразования минералов и органических субстанций, сферичность Земли, а также наличие литосферы, гидросферы, атмосферы и даже сферы огня

(в соответствии с четырьмя Первоэлементами). В обиход геологии эти понятия ввел в 1875 году авторитетный ученый **Эдуард Зюсс**, упоминая земные оболочки в заключении книги по геологии Альп [27]. Длительный период под гидросферой подразумевали прерывистую водную оболочку, расположенную на поверхности земного шара, – совокупность океанов, морей, рек, озер, болот, ледников, снежного покрова, а также подземных вод. Но при этом не учитывали влагу атмосферы, оводненность живых организмов (которая достигает 60–90% веса) и воды в земных глубинах. Более емко под гидросферой понимаются все природные воды Земли, участвующие в глобальном круговороте веществ. Гидросферу можно условно подразделить на ряд перекрывающихся подсистем, пояснив их составляющие (табл. 1).

Гидросфера играет ведущую роль в формировании лика Земли (берегов, дна, осадочной толщи, атмосферных условий), однако этот процесс был весьма разнородным. В частности, существенно изменялась глубина морей и площадь Мирового океана: 3 млрд лет назад – 506 млн км²; 2,2 млрд лет назад – 499 млн км²; 2,1 млрд лет назад – 462 млн км², в пермский период – 411 млн км²; что значительно больше современных 361,8 млн км². Неоднократно происходили трансгрессии и отступления моря. Большая часть Русской равнины, Западной Сибири, Дальнего Востока были морским дном. В меловой период моря занимали значительную часть современной Европы, Северной и

Табл. 1

Основные подразделения гидросферы

Аквасфера	Жидкая вода морей, внутренних вод, почв, осадков, облаков
Антропогенные воды	Все воды, используемые в экономической деятельности человечества, вовлеченные в состав ноосферы и ее компонентов. Воды, подвергшиеся хозяйственному воздействию. Техногенные воды (и растворы) с искусственными свойствами
Биологические воды	Влага в живых организмах, а также в продуктах их жизнедеятельности и сооружениях
Гидроатмосфера	Водяной пар в атмосфере, в почвенном воздухе. Облака (водяные и ледяные)
Космические воды	Молекулы воды, уносимые в виде атмосферного шлейфа. Вода, попадающая на Землю в составе метеоритов и комет, а также в форме молекул
Криосфера	Ледники, фирн, снежный покров, замерзшие грунтовые воды, многолетняя мерзлота, морской лед, шельфовый лед, айсберги, ледяные облака (перистые)
Лимносфера	Жидкие воды внутренних водоемов, грунтовые воды, болота, почвенные воды, подпочвенные воды, мерзлота, водяной пар в почве, замерзшие воды, осадки над сушей
Океаносфера	Жидкая вода океанов и морей, морской лед, шельфовые ледники и айсберги, жидкая вода и лед на морском дне, осадки над океанами
Подземные воды	Инфильтрационные, конденсационные, соленые воды. Грунтовые и межпластовые воды. Трещинные и карстовые воды. Многолетняя мерзлота, надмерзлотные, межмерзлотные и подмерзлотные воды. Родники, гейзеры. Свободная гравитационная и капиллярная вода, и химически связанная вода в горных породах
Сверхкритические воды	Флюиды недр, глубоководные гидротермальные источники
Сублитосферные воды	Вода коры, мантии: связанная, поровая, трещинная, флюиды и др.
Хиносфера	Часть тропосферы, в которой на поверхности суши возможно зарождение и существование снежников и ледников.

Южной Америки, северной части Африки, северо-западной части Азии и часть современной Австралии. В период меловой трансгрессии (максимум которой был 90–97 млн лет назад) под водой находилось 36% современной суши. Площадь Мирового океана тогда достигала 415 млн км² – 81% всей поверхности земного шара [12]. Эти факты говорят о том, что *гидросфера очень изменчива*. И когда мы призываем прилагать всемирные усилия для стабилизации климата, уровня моря и береговой линии, мы, возможно, вступаем в противоречие с естественной динамичностью земной системы – и требуем от нее невозможного.

Гидросфера – важнейшая планетарная система, участвующая в формировании атмосферы и литосферы, фактор формирования, регуляции и стабилизации глобального энергетического баланса, связующий фактор круговоротов, интегрирующий фактор биосферы и педосферы. В этих процессах участвует и вода, и биота. Огромную биосферную роль играют фотосинтез продуцентов и разрушение органического вещества редуцентами, в первую очередь, в водной среде. Общая биомасса фитопланктона в верхних 200 м Мирового океана составляет, по оценкам М.Е. Виноградова и Э.А. Шушкиной [9], около 6,7 млрд т сырой массы, или 400 млн т углерода, бактериальное окисление составляет 60–100 млрд т С в год, а общее окисление 85–150 млрд т С в год. Для России, территория которой покрыта снегами, ледниками, арктическими льдами и вечной мерзлотой, огромное значение имеют криосфера и хиносфера. Важно не только изучать их, но и разрабатывать концептуальные основы сосуществования с этими мощными подсферами *по принципу гармонизации систем* (а не противоборства). Это, вероятно, может снизить ущерб от весенних паводков, ледовых заторов и других разрушительных явлений.

Проблема изучения биосферы

Биосферу невозможно увидеть воочию – можно исследовать и наблюдать лишь какие-то ее подсистемы. Биосфера – это уникальная планетарная система, про-

мадную пространственно-временную протяженность и сложнейшую структуру которой еще предстоит осмыслить. Понимание существования и роли биосферы сложилось на основе интеграции обширных знаний по геологии и почвоведению, которое осуществили выдающиеся ученые – Э. Зюсс, В.И. Вернадский и П. Тейяр де Шарден. Однако они вкладывали в это понятие разный смысл, что отчасти осложнило принятие термина «биосфера» в мировой науке (см. табл. 2).

Эдуард Зюсс впервые упомянул термин «биосфера» в финале книги «**Происхождение Альп**» [27, р. 159], а затем расширил его в трехтомнике «Лик Земли». На этой основе развивали свои представления геологи В.И. Вернадский и П. Тейяр де Шарден. Именно В.И. Вернадский создал *целостное учение о биосфере*, опираясь на данные геологии, геохимии, радиологии, биологии. Более того, он создал целое научное направление – *биогеохимию*, которая изучает химический состав живого вещества и геохимические процессы, протекающие в биосфере Земли при участии живых организмов. В понимании В.И. Вернадского биосферой является наружная оболочка Земли, охваченная геохимической деятельностью живого вещества. Это не столько пространство обитания живых организмов, сколько глобальная система взаимодействия живого и неживого вещества, обуславливающего массообмен химическими элементами. Эти процессы поддерживают геохимическую организованность биосферы [3].

Вернадский посвятил биосфере как обобщающие работы [3, 29, 30], так и специальные труды по биогеохимии, в том числе опубликованные в серии «Труды биогеохимической лаборатории». Полная **библиография произведений В.И. Вернадского** (682 названия), а также статей о В.И. Вернадском (914 названий) представлена в биобиблиографическом издании 1992 года [10]. Особая заслуга академика Вернадского состоит в том, что для развития биогеохимии и учения о биосфере он инициировал создание и активную работу таких учреждений, как Радиевая экспедиция, Радие-

Табл. 2

Биосфера в понимании Э. Зюсса, П. Тейяра де Шардена и В.И. Вернадского

Автор	Понимание	Аспект	Синонимы
Эдуард Зюсс (1875, 1883, 1909)	Биосфера – абиотическое пространство на Земле, где возникает жизнь	Пространственная и геологическая биосфера	Физиосфера, геосфера
Владимир Иванович Вернадский (1926)	Биосфера – совокупность земных организмов вместе с пространством, в котором они обитают, с которым они взаимодействуют и которое активно формируют	Экологическая и биогеохимическая биосфера	Биогеосфера, геобиосфера, экосфера
Пьер Тейяр де Шарден (1957)	Биосфера – совокупность живых существ Земли	Биотическая и геологическая биосфера	Глобальная биота, глобальный биоценоз

вый институт, Комиссия по изучению естественных производительных сил страны, Отдел живого вещества, Биогеохимическая лаборатория. Все это требовало настойчивости и умений. Но самое главное – Вернадский воспитал плеяду блестящих специалистов минералогии, геохимии, биогеохимии, почвоведения, возглавивших целые направления научной мысли. Фактически В.И. Вернадский создал не только научную школу, но и целое мировоззрение, повлиявшее на представления миллионов людей.

Свой вклад в развитие учения о биосфере внесли многие отечественные биогеохимики, почвоведы, математики, биологи, экологи и другие ученые. В частности, Н.Ф. Реймерс уделил особое внимание анализу дефиниций, закономерностей, структур и границ биосферы. Он дал следующее расширенное определение, которое можно привести целиком: «Биосфера – это сложная динамическая система, осуществляющая улавливание, накопление и перенос энергии путем обмена веществ между живыми организмами и окружающей их абиотической средой. Организмы биосферы, сложно взаимодействуя друг с другом, составляют органически единую, целостную и динамическую систему, также системно объединенную в единое целое с абиотическими сферами – атмосферой, литосферой и гидросферой, их веществом и пространством. При этом поддерживается динамическое равновесие – гомеостаз между всеми составляющими. В геологическом подходе биосфера – активная оболочка Земли, в которой совокупная деятельность живых организмов проявляется как геохимический фактор планетарного масштаба и служит основным средообразующим фактором. Биосфера характеризуется большим кругом биотического обмена веществ» [17].

В.И. Вернадский неслучайно посвятил ряд философских работ проблемам пространства, времени, геометрии и симметрии жизни [8]. В биосфере пространство и время проявляют исключительную структурную сложность. Современные исследования показывают, что биосфера охватывает слои литосферы, гидросферы и тропосферы суммарной мощностью около 40 км [2]. Но внешние границы – это еще не пространственная структура. В XXI веке активно обсуждаются труднодоступные для изучения, но весьма влиятельные *подсистемы биосферы*: виросфера, разреженная микробная биосфера, глубинная биосфера. При описании подсистем биосферы ученые предлагали разнообразные термины: географическая и биогеоценотическая оболочка, биогеосфера, фитогосфера, витасфера, парабисфера, аквабиосфера, аэробисфера, террабиосфера, педосфера и др. Критический анализ развития таких представлений о биосфере проделал В.С. Савенко [18]. Очень влиятельная подсистема биосферы – маринобиосфера, хотя суммарная биомасса океана составляет всего 0,13% общей биомас-

сы Земли. Дело в том, что в море происходит быстрое обновление фитопланктона и всего живого вещества (около 30 дней), что поддерживает продуктивность на очень высоком уровне. Вопрос в том, являются ли эти «сферы» истинными геосферами, всеобъемлющими планетарными оболочками. По нашему мнению, применять термин «сфера» надо с оговоркой, с пониманием, что только биосфера представляет собой непрерывную геосферу с планетарным влиянием, а ее подсистемы – это более низкий уровень организации.

Вернадский понимал, что изучать сумму живых организмов Земли затруднительно (по целому ряду причин), и следует применять другой подход, изучая «живое вещество». Это активная часть *вещества биосферы*, в котором Вернадский выделял семь разнообразных, но геологически взаимосвязанных частей: **живое** вещество; биогенное вещество (возникшее из живого или подвергнутое переработке); **косное** вещество (абиотическое, образованное вне жизни) **био-косное** вещество (возникшее на стыке живого и неживого, в том числе почва); **радиоактивное вещество** (в стадии радиоактивного распада); **рассеянные атомы; вещество космического происхождения** [4].

Радиоактивное вещество часто упускают из внимания, однако этот пункт чрезвычайно важен. Как директор Радиевого института, Вернадский хорошо понимал, что открытие радиоактивности переводит сложность биосферы на новый уровень. Биосфера состоит не только из элементов и ионов, но и из нуклидов, изотопов, частиц, и это усложняет понимание разнообразия химических соединений и специфики живого вещества. Всем нам со школьной скамьи известна «таблица Менделеева», а точнее, Периодическая таблица, отражающая периодический закон Д.И. Менделеева. Однако таблица нуклидов (Chart of nuclides) неизмеримо сложнее. Общее число всех известных нуклидов превышает 3300, и это без учета изомеров. На сегодня известно около 1000 нуклидов в основных состояниях, для которых существуют одно или несколько метастабильных возбужденных состояний с периодом полураспада, превышающим 0,1 мкс. При этом деление на радиоактивные и устойчивые нуклиды условно, поскольку период полураспада меняется постепенно и является результатом вычислений. Это важная тема для понимания специфики и биосферы, и ноосферы.

Живое вещество составляет всего около 0,01% косного вещества биосферы (которая, в свою очередь, менее 0,1% массы планеты), однако оно играет ведущую роль в биогеохимических процессах и в формировании лика Земли. Биомасса живого вещества оценивается у разных авторов от 1,128 трлн т до 11,48 трлн т. Такой разброс оценок обусловлен спецификой методов, критериев и учета антропогенного влияния. Пример расчета распределения биомасс живого вещества в гигатоннах углерода приведен на рис. 1.

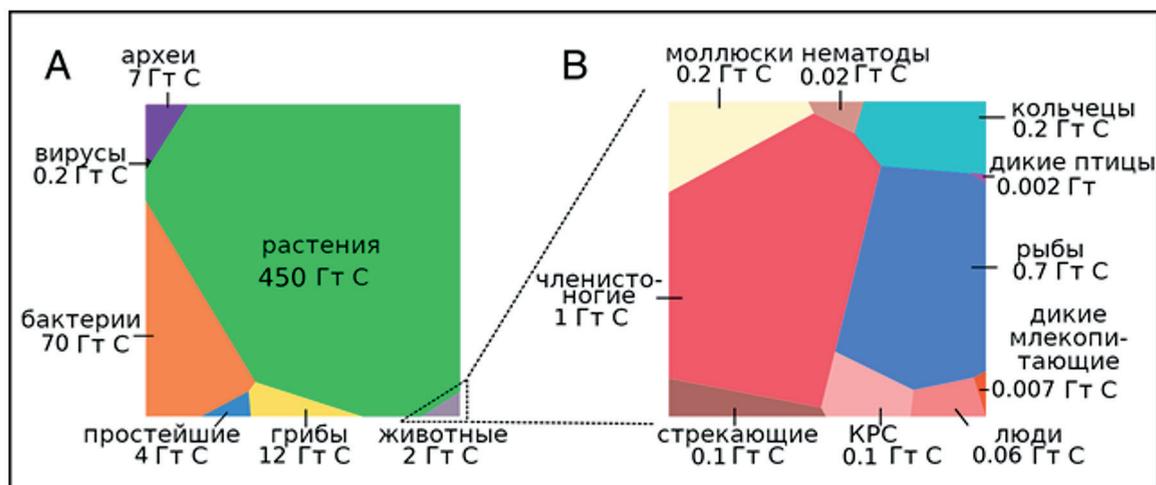


Рис. 1. Графическое представление глобального распределения биомассы по таксономическим группам [20]

Геохимические критерии ноосферы

Вернадский не успел создать полноценное учение о ноосфере, но дал нам ключ, открывающий двери для геологического, экологического и философского осмысления данного феномена, для теоретического и практического применения знаний о ноосфере. Последняя прижизненная публикация В.И. Вернадского – это статья 1944 года «**Несколько слов о ноосфере**» [7]. Она невелика, однако обладает огромной глубиной смысла. Каждое ее суждение отражает жизненный опыт академика и содержит важную истину. Цитируя эту статью ниже, мы будем выделять курсивом важные аргументы.

Вернадский – геолог и геохимик, для него доказательство существования ноосферы в том, что человечество производит новые вещества, причем в огромных количествах: «Минералогическая редкость – самородное железо – вырабатывается теперь в миллиардах тонн. *Никогда не существовавший* на нашей планете самородный алюминий производится теперь *в любых количествах*. То же самое имеет место по отношению к почти бесчисленному множеству вновь создаваемых на нашей планете искусственных химических соединений (биогенных культурных минералов). Масса таких искусственных минералов непрерывно возрастает. *Все стратегическое сырье* относится сюда» [7].

Как основатель радиогеологии, Вернадский понимал необычайность и того, что человечество способно извлекать, концентрировать и использовать радиоактивные элементы, и даже синтезировать новые, которых почти нет в природе. Например, современное количество произведенного плутония, вероятно, в 10^5 раз больше его содержания в земной коре.

Зная геологическую историю Земли, а также изучив историю цивилизации и научного познания, Вернад-

ский справедливо считал основным фактором возникновения ноосферы научную мысль: «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» [7].

При этом Вернадский не считал ноосферу рационально «разумной», а видел в ней стихию, подобную гидросфере и биосфере: «Лик планеты – биосфера – химически резко меняется человеком сознательно и *главным образом бессознательно*». Далее Вернадский конкретизирует эти изменения: «Меняется человеком физически и химически воздушная оболочка суши, *все ее природные воды*. В результате роста человеческой культуры в XX веке все более резко стали меняться (химически и биологически) прибрежные моря и части океана. Человек должен теперь принимать все большие и большие меры к тому, чтобы сохранить для будущих поколений никому не принадлежащие морские богатства. Сверх того, человеком создаются *новые виды и расы* животных и растений» [7]. Здесь важно буквально каждое слово. Например, эпитет «никому не принадлежащие» предсказывает огромные этические и политические проблемы: если богатства моря никому не принадлежат, то на каком основании кто-то может обязать конкретного гражданина их сохранять? На каком основании следует распределять и оспаривать «ничейные» ресурсы моря и недр под шельфом? Эти вопросы действительно крайне актуальны и в нашем XXI веке.

В статье 1944 года Вернадский точно поясняет, что идея ноосферы имела не духовную, а геологическую и биогеохимическую основу: «В 1922/23 году на лекциях в Сорбонне в Париже я принял как основу био-сферы биогеохимические явления. ...Приняв установ-

ленную мною *биогеохимическую основу* биосферы за исходное, французский математик и философ бергсониец Э. Ле-Руа в своих лекциях в Коллеж де Франс в Париже ввел в 1927 году понятие “ноосферы” как современной стадии, *геологически переживаемой биосферой*. Он подчеркивал при этом, что он пришел к такому представлению вместе со своим другом, *крупнейшим геологом* и палеонтологом Тейяром де Шарденом, работающим теперь в Китае» [7].

Таким образом, Вернадский установил *естественнонаучные, в первую очередь, геохимические критерии выделения ноосферы*: 1) новый геологический этап (антропоцен); 2) кардинальные изменения ландшафтов, водных объектов, биоты и геохимических явлений (урбанизация); 3) влияние научной мысли и организованного труда (цифровизация); 4) человечество своей жизнью становится единым целым (глобализация); 5) перестройка биосферы в интересах человечества (освоение территорий); 6) изменение лика Земли (ландшафтное освещение). (Здесь в скобках мы добавили современные конкретные воплощения, о которых Вернадский еще не знал, но по сути предсказал их.)

Уточняя историю понятия «ноосфера», заметим, что его геохимические критерии возникли у Вернадского намного раньше 1944 года – еще когда он преподавал курсы геохимии и истории науки. В то время сама геохимия была новой и очень сложной наукой, которая требовала интеграции обширных знаний, от строения атома до солнечной системы, суммирования большого эмпирического материала. При геохимических обобщениях возникала необходимость оценить воздействие человечества на распределение элементов. Поэтому в книгу *«Очерки геохимии»* [6] Вернадский включил параграф 22 «Геохимическая деятельность человечества». В России эта книга была издана в 1927 году как перевод французской книги 1924 года и многократно переиздавалась [6]. Мы можем убедиться, что уже во французской книге имелся параграф 22 «*Activité géochimique de l'humanité*» [30, р. 341], где были высказаны геохимические аргументы. Они звучат (в русском издании) следующим образом: «В нашу геологическую эпоху – в психозойскую эру, в эру разума – появляется новый геохимический фактор первостепенной важности. В течение последнего десятка-двух тысяч лет геохимическое воздействие человечества, захватившего посредством земледелия зеленое живое вещество, стало необыкновенно интенсивным и разнообразным. <...> Человек ввел в структуру планеты новую форму действия живого вещества на обмен атомов живого вещества с косной материей. Раньше организмы влияли на историю только тех атомов, которые были нужны для их роста, размножения, питания, дыхания. Человек расширил этот круг, влияя на элементы, нужные для техники и

для создания цивилизованных форм жизни. <...> Он изменяет геохимическую историю всех металлов, он образует новые соединения, воспроизводит их в количествах того же порядка, какой создан для минералов, продуктов природных реакций. <...> С геохимической точки зрения все эти продукты – массы свободных металлов, таких как металлический алюминий, никогда на Земле не существовавший, железо, олово или цинк, массы угольной кислоты, произведенной обжиганием извести или сгоранием каменных углей, огромные количества серного ангидрида или сероводорода, образовавшихся во время химических и металлургических процессов, и все увеличивающееся количество других технических продуктов – не отличаются от минералов. Они изменяют вечный бег геохимических циклов» [6, с. 257].

Таким образом, геохимические критерии «эры разума» Вернадский сформулировал еще в 1922–1923 годах, когда читал лекции по геохимии, и даже задолго до того. В комментариях к «Очеркам геохимии» Вернадский сообщал, что опирался в данном параграфе на представления геологов К. Шухерта и А.П. Павлова, на идеи Бюффона, Ламарка, Дарвина, Спенсера, Бергсона и др. Однако там еще не используется слово «ноосфера».

Только в 1944 году Вернадский публикует статью [7], где указывает, что термин «ноосфера» предложил Ле Руа. Уточним, что **Эдуард Ле Руа** (Edouard Le Roy, 1870–1954) имел очень авторитетный статус: выпускник Эколь Нормаль, магистр, затем профессор математики, возглавлял кафедру греческой и латинской философии в Коллеж де Франс, был избран академиком Академии моральных и политических наук. Термин «ноосфера» он применил в 1927 году в объемной книге *«Потребность в идеализме и факт эволюции»* [25, р. 195–196], а через год выпустил книгу *«Происхождение человека и эволюция интеллекта»*. Такая тема вызывала острый интерес, поэтому первое упоминание ноосферы было весьма авторитетным. Еще большую известность получили работы **Пьера Тейяра де Шардена**. Впервые слово «ноосфера» прозвучало в его эссе *«Гоминизация»*, которое датировано 6 мая 1923 года, но опубликовано только в 1958 году [28]. Работы Тейяра имели сильный теософский уклон. Неоднозначной была и его репутация в научном мире: где-то Тейяра считали сильным ученым и гениальным мыслителем, где-то подвергали остракизму. Это оказало свое влияние на восприятие и развитие понятия «ноосфера».

Важно учесть, что Вернадский рассматривал ноосферу *не как планетарную оболочку, а как эпоху*. В прижизненных публикациях он употребляет слово «ноосфера» только в заключительных параграфах 11–13 статьи 1944 года, добавляя, что это «состояние биосферы», «состояние эволюции биосферы», «состо-

яние наших дней». Это была мудрая позиция. Во-первых, до 1944 года ноосфера еще не проявляла себя как глобальная система. Экономическая и политическая глобализация с развитием принципиально новых технологий (включая атомные и космические) отсчитывается с 1945 года. Во-вторых, пространство и время ноосферы очень своеобразны, их нельзя вписывать в «материальный мир» механически и линейно. Здесь нужны особые понятия, используемые в гуманитарных областях: хронотоп, нарратив, гиперобъект, репрезентация, плюральная сферология и др. Это тема для отдельного исследования.

Подсистемы ноосферы

В силу многих причин представления о ноосфере развивались совершенно по-разному. Ноосфера стала повсеместно ассоциироваться не с биогеохимией, а с такими областями, как теология, парапсихология, конспирология, космогония, футурология, экополитика, охрана природы, алармизм, экофилософия, гносеология, история науки, антропология, психология, педагогика. Под ноосферой стали подразумевать лишь духовную деятельность человека, включая религию, искусство, литературу и науку. Все это нельзя считать неверным, потому что сам феномен ноосферы исключительно сложен. Ноосфера основана на деятельности живых людей, для которых духовность является мощным организующим фактором.

Однако мы предпочитаем возвратиться к критериям В.И. Вернадского. С этой позиции неверно считать ноосферу чем-то эфемерным, идеальным, грядущим, утопическим. **Ноосфера – это реальная и массивная оболочка Земли, очень энергоемкая, весома, динамичная и влиятельная.** Ноосферу надо рассматривать не как утопический мир, «разумный» и, следовательно, этичный и конструктивный, а как реальную геосферу, состоящую из множества крупных подсистем. Ноосфера прекрасно видна из космоса – как сеть городов, сельхозугодий, а ночью как «огни Земли». Но такая картина показывает лишь мизерную часть этой обширной геосферы. Терминология здесь пока не сложилась, но можно в общих чертах обрисовать следующие **подсистемы ноосферы**.

Агросфера и **урбосфера** формируют сельскохозяйственные угодья и антропогенные ландшафты, сельские и городские. Огромную глобальную массу имеют сооружения, объекты инфраструктуры этих подсистем, а также переработанные грунты: урбоземы, техноземы, запечатанные и возделанные почвы.

Техносфера – это неисчислимые технические устройства и системы, от микрочипа до разводного моста, от самоката до лихтеровоза. Техносферные объекты (механизмы, машины, системы) обычно имеют двигатель, источник энергии, рычаги, вращающиеся части, колеса, в них происходит преобразование

энергии, движения, материалов, информации. Именно ради колесной техники создается транспортная инфраструктура, и приходится запечатывать грунты на огромных площадях. Техносферные объекты есть всюду: на полюсах, на орбите, глубоко под землей, под водой. В XXI веке техносферу заполнили автомобили, гаджеты, киберфизические системы. Это новые формы «техноразнообразия».

Антропосфера – это не только вся совокупность людей (человечество), но и все их личное имущество, без которого человек не мыслит свое существование. Абсурдно подсчитывать общий вес людей на планете (390 млн т), а затем заявлять, что все человечество можно уместить в километровый куб. Уместить нельзя, потому что живому человеку требуются персональное пространство, место работы, отдыха, приема пищи, то есть жизненно необходимые ресурсы. Все это весит на 2–3 порядка больше биомассы. Также в антропосферу можно включить биоту, которую человечество специально культивирует и поддерживает: тысячи сельскохозяйственных пород, сортов и культурных видов, симбионты и спутники, питомцы и декоративные виды. С антропосферой пересекается **социосфера**, которая включает в себя не только людей, но социальные группы и институты, обладающие своим необходимым имуществом: движимым, недвижимым, интеллектуальным, символическим.

Инфосфера включает в себя информацию, данные, знания, коммуникации и всю сумму информационных сущностей, хранящихся на носителях информации. А это все библиотеки мира, типографии, музеи, архивы, дата-центры и др. Как видим, инфосфера вовсе не эфемерна. В частности, в ее состав входит **киберпространство**, которое обеспечивается глобальной сетью инфраструктуры ИТ и телекоммуникаций – а это кабели, серверы, штаб-квартиры, электростанции, компьютеры, гаджеты и др. Получается, что «виртуальный мир» зиждется на массивной материально-технической базе и потребляет огромные ресурсы, в том числе энергетические, трудовые и минеральные. Причем минеральные ресурсы киберпространству требуются изысканные: для производства полупроводников, волоконной оптики и электроники нужны германий, галлий, индий и европий; для батарей – литий, для солнечной энергетики – теллур и селен. А всей современной ноосфере требуются десятки «высокотехнологичных металлов» (Cu, Li, Co, Au, Nd, Pt, Pd, Rh, Sc, Y, Gd и др.). В 2020-х годах наблюдается бум «искусственного интеллекта», вводятся в действие сотни нейросетей, поисковиков, криптовалют, поэтому инфосфера потребляет колоссальные ресурсы и производит массу отходов, включая тепловое и информационное загрязнение.

Также в ноосфере можно выделить **идеосферу** – как сумму чистых идей, вне текстов и носителей. Но выс-

няется, что и они имеют планетарный вес и влияние. Например, такие идеи, как «покорение природы» или «освоение космоса», мощно повлияли на стратегию природопользования, мотивировали горную добычу, бесчисленные стройки и перестройки. В.И. Вернадский высоко ценил принцип «все живое из живого», выдвинутый в 1668 году **Франческо Реди**, называя его «первым научным достижением, которое позволяет нам научно подойти к загадке жизни» [5, 6]. Этот принцип, на первый взгляд абстрактный и непрактичный, обосновал производство консервов, упаковки, средств дезинфекции и асептики. А это уже громадные области индустрии, обеспечивающие комфорт и выживание, но одновременно усугубляющие глобальное накопление мусора и пластиковое загрязнение. Всего за полвека ноосфера пополнила седиментосферу отложениями мусора, главным образом, из упаковки. На стыке ноосферы, биосферы, гидросферы и педосферы возникла **пластисфера**: частицы пластика (всех размеров) покрываются различными пленками, обрастателями, и формируют влиятельную глобальную подсистему. А ведь производство пластика началось с идеи. Получается, что идея может и разрушать, и породить целые горы материи.

Духовная часть идеосферы тоже проявляет себя, и очень весомо. Не будем обсуждать здесь теологические аспекты и обойдемся без мистики. В персональном и общественном сознании существуют духовные ценности, цели, привязанности, символы, вызывающие чувство святого, единения и т. п. Подобные «невесомые» сущности мотивируют людей и общества на подвиги, великие свершения, регулярные действия, которые отражаются в материальных процессах и объектах. В частности, строятся или учреждаются памятники (monuments), святыни (shrines), святые места (sanctuaries), аборигенные сакральные пространства (sacred spaces), которые могут иметь грандиозные размеры. По этому принципу, кстати, учреждены многие типы особо охраняемых природных территорий (ООПТ), например, заповедник дикой природы (wildlife sanctuary), природно-исторический парк, памятник природы, культуры, истории. Некоторые колоссальные сооружения и комплексы являются символами целой страны, например, пирамиды Гизы, Московский Кремль, Эйфелева башня. Критерий выделения такого объекта из остального ландшафта – идеосферный, но сами эти объекты вполне материальны: у них есть геоподоснова, масса, химический состав, объем затрат и т. д.

Такие объекты существовали и тысячи лет назад, но спорадически, локально, и не составляли планетарную систему. Ноосфера стала цельной, когда интернет, мобильная связь, система спутников, морские пути, международные договоры и учреждения создали единую глобальную систему. **В XXI веке ноосфера – это не**

«идеальная утопия», а массивная оболочка планеты, связанная с перераспределением колоссальных потоков вещества, энергии, информации, структур и сущностей. Она оказывает мощное влияние на прочие геосферы – включая магнитосферу, термосферу и даже экзосферу, заполняя их летательными аппаратами, космическим мусором, радиоволнами и др.

Свою статью 1944 года В.И. Вернадский завершил словами, которые кажутся нам поразительно актуальными: «Сейчас мы переживаем новое геологическое эволюционное изменение биосферы. Мы входим в ноосферу. Мы вступаем в нее – в новый *стихийный* геологический процесс – в *грозное время*, в эпоху *разрушительной мировой войны*. Но важен для нас факт, что идеалы нашей демократии идут в унисон со стихийным геологическим процессом, с законами природы, отвечают ноосфере. Можно смотреть поэтому на наше будущее уверенно. Оно в наших руках. Мы его не выпустим» [7].

Здесь важно буквально каждое слово, в том числе «мы» и «наше». В.И. Вернадский адресовал эту статью не всему человечеству, а соотечественникам, поддерживая их в то тяжелое время, когда под угрозой было само существование страны. Учение о ноосфере возникло и продолжало развиваться в русском мире, отражая способность к крупным обобщениям у русских интеллектуалов. Именно здесь появились концепции ноосферного мышления, ноосферной научной школы, ноосферного образования.

Возникает желание переосмыслить идею ноосферно-экологического образования. Современное экологическое образование – без всяких концепций, а фактически – стало ноосферным, ибо в нем участвуют объекты не биосферы, а ноосферы: изображения, метафоры, модели, виртуальные сущности. Сегодня, чтобы изучать дикую природу, требуются не рюкзак, посох и лес, но автотранспорт и гаджеты, мобильная связь и интернет. На природе, и тем более в лаборатории, происходит работа с информацией и техникой, поэтому деятельность всех субъектов образовательного процесса становится, по сути, технологической. Но как при этом сохранить свою природу, пусть и человеческую?

Обсуждая ноосферу, важно помнить, что ее основания – геохимические. Это не грядущая утопия, не эфемерная концепция, а весомая реальность, мощная стихия мироздания и гиперсложная система. Она неизбежно теснит и заменяет «девственную» биосферу, дикую природу. Рождение и разрастание новой геосферы порождает системные коллизии, ноосфера сталкивается с биосферой, гидросферой и литосферой. При этом происходит не только разрушение, но и созидание, происходит (словами академика Н.Н. Моисеева) коэволюция Человека и Природы [14]. Коэволюция идет во всех подсистемах, и это вселяет надежду на гармонизацию.

Проблема репрезентации

Отдельная проблема, которую пришлось проработать, изучая феномен биосферы, – это *репрезентация биосферы*, то есть ее представление в сознании человека и общества, в массовой культуре и в понятийном аппарате научных сообществ, передача образа аудитории. В XXI веке термины «биосфера» (и особенно «ноосфера») стали применяться чрезвычайно широко и с большими разночтениями. Словом «биосфера» обозначают совершенно разные сущности: геосферу, пространство жизни, глобальную экосистему, живое вещество, объект охраны природы, окружающую среду, предмет познания, арт-проект, музыкальную группу, музей окружающей среды, исследовательский центр. Например, выставочный комплекс «**Монреальская биосфера**» называют просто «La Biosphère». Это сферическое сооружение, построенное по проекту Р.Б. Фуллера для «Экспо-67», с долгой историей, где ныне обосновался музей окружающей среды. Большую известность получил проект «**Биосфера-2**» – это целый комплекс лабораторных сооружений, построенный близ г. Оракл (Аризона) для исследования замкнутой экосистемы. Он считается самым дорогим экологическим экспериментом в истории. Один из его создателей – Джон П. Аллен, системный эколог, инженер, металлург и писатель, по собственному свидетельству, вдохновился идеями Вернадского и Фуллера [19]. Заметим, что подобные сооружения являются объектами урбосферы и техносферы и крайне далеки как от дикой природы, так и от реальной планетарной биосферы.

В 2020-х годах Государственный Дарвиновский музей в Москве открыл мультимедийный образовательный центр «**Познай себя – познай мир**» с интерактивным комплексом «Биосфера», рассказывающим о многообразии форм жизни на нашей планете. Это замечательный музей, однако знакомятся с биосферой там через экраны. Иными словами, репрезентация учения о живой оболочке Земли происходит в полностью искусственной среде. Это не хорошо и не плохо, это тенденция, которая отражает давно предсказанный переход биосферы в ноосферу, сопровождающийся коэволюцией экосистем и социоценозов.

Опубликование и продвижение трудов В.И. Вернадского способствовало внедрению термина «биосфера» в *практику охраны природы*. В 1972 году Генеральная Ассамблея ООН организовала конференцию в Стокгольме, где была принята **Программа ООН по окружающей среде (UNEP)**, поддержавшая идеи охраны дикой природы и типичных экосистем в различных биоклиматических зонах мира. При ее поддержке стала развиваться программа ЮНЕСКО «**Человек и биосфера**» (МАВ). Первый биосферный заповедник был учрежден в 1976 году, а к 2010 году в мире насчитывалось уже 553 биосферных резервата в 107

странах мира, в том числе 41 на территории России. Создавались целые системы заповедных территорий. В настоящее время **Всемирная сеть биосферных заповедников (WNBR)** включает 748 объектов в 134 странах. Там сохраняются эталоны природных сообществ, резервы флоры и фауны. Биосферные заповедники участвуют в системе биомониторинга [11]. Ныне термин «*биосферный заповедник*» стал привычным, но его внедрение в массовое сознание – результат большого труда по учреждению и охране заповедников, экологическому просвещению. Не будем забывать, что биосферный заповедник – это не только природная территория, но и ноосферный объект, у которого есть документы, границы, персонал, дирекция, система охраны, исследований и мониторинга. И конечно, никакой биосферный заповедник, и даже вся мировая система ООПТ, не тождественны биосфере.

Расхождения в репрезентациях биосферы и ноосферы отражают естественное разнообразие мнений в системе знаний, и это нормально. Однако в научной и политической полемике желательно четко устанавливать терминологические критерии и учитывать различия мнений и интерпретаций.

Биосфера, гидросфера и ноосфера как компоненты гиперсложной системы

Когда понятие биосферы используется в экологической полемике, оно кажется простым и привычным. Его связывают с текущим и будущим состоянием окружающей среды, с задачами биосферного мониторинга, с прогнозами на ближайшее и далекое будущее. Но ведь концепция биосферы сформировалась на основе сведений не о будущем, а о прошлом, причем огромной древности, чуть ли не 4 млрд лет. Она зиждется на данных палеонтологии и геологии, а не прогностики и политики. Требовать на этой основе точный прогноз более чем противоречиво.

Биосферу изучали многие ученые, применяя методы и подходы разных наук, и обязательно – математические методы. Трудно даже перечислить все публикации на данную тему. Однако исследуется модель, а не сам объект. И это логично, ибо невозможно охватить умом всю биосферу. И вообще, может ли научный проект, и даже отдельная научная дисциплина описать такой объект, как биосфера: протяженный и скрытый от прямого наблюдения? Да и объект ли это вообще? Подобные вопросы эпистемологического характера возникают на каждом шагу.

Сегодня, рассматривая такие грандиозные феномены, как биосфера, ноосфера и гидросфера, целесообразно учитывать достижения *науки о сложности (complexity science)* и о сложных системах. Выдающийся философ **Эдгар Морен** обосновал переход от

«парадигмы простоты» к «парадигме сложности», разработал понятие «сложность» (complexity), а также исследовал различные свойства сложных систем [15]. По нашему мнению, идеи Морена применимы и к биосфере: она может рассматриваться как система разных типов: живая, экологическая, глобальная, земная, сложная, адаптивная и уникальная. Вообще геосферы, будучи сложными системами, взаимодействуют, конкурируют, подвергаются трансформации и коэволюции. Поведение биосферы похоже на поведение живых систем, но лишь отчасти. Биосферу нельзя отождествлять с организмом, она не является живой системой (как минимум за счет преобладания косного и биокосного вещества). Биосферу нельзя даже отождествлять с реальной экосистемой и считать ее «самой большой экосистемой». Да, биосфера состоит из экосистем, но отличается от любой из них. Вот и наш организм состоит из клеток, тканей и органов, но его нельзя назвать «самым большим органом». Реальная экосистема имеет аналоги, соседей, а также границы, где возможна и даже изобилует жизнь (экотоны). У биосферы нет никаких соседей и аналогов, а границы по определению проходят там, где жизнь невозможна. Биосфера выделяется даже среди планетарных оболочек, потому что существует в пространстве других геосфер и переплетается с ними. На наш взгляд, *биосфера – это система совершенно особого типа: уникальная планетарная экосистема sui generis*. Такой биосферы больше не существует во всем космосе. Это факт, и его не отменяют предположения о существовании жизни на экзопланетах. И такой системы больше не существует во всем мироздании.

Среди разнообразных систем биосфера ближе всего к *сложной адаптивной системе* и проявляет ряд характерных свойств: автономия, автопоэзис, адаптивность, взаимодействия, вложенная иерархия, гармоничность, гистерезис, диссипация, жизнеспособность, иерархичность, обратные связи, разнообразие, резилентность, резистентность, саморегуляция и др.

В отношении биосферы, ноосферы и гидросферы продуктивно применять и понятие «гиперсложная система». Гиперсложность системы проявляется и в онтологии, и в эпистемологии: чем больше мы узнаем о ней фактов, тем больше возникает загадок и неопределенности. Гиперсложная система порождает «злостные проблемы» (wicked problem), которые активно сопротивляются попыткам их решить. Геосферы Земли не существуют «по отдельности», а проявляют взаимопроникновение на всех уровнях, от планетарного до молекулярного, образуя гиперсложное хитросплетение (com-plexus по Морену).

В качестве примера *проявления гиперсложности, взаимосвязи и взаимопроникновения* рассмотрим озеро Байкал. Его принято рассматривать как объ-

ект *гидросферы*. Однако воды Байкала содержат и биоту: мириады живых организмов разных размеров и таксонов, от гаммаруса до байкальской нерпы, от микроскопической глеотрихии до зарослей нителлы. В зависимости от глубины и местоположения гидробионты Байкала образуют различные сообщества и воздействуют на чистоту воды. Разнообразные биоценозы существуют и на побережье. На состояние этого прекрасного озера влияют и отдаленные леса водосборного бассейна, обеспечивающие чистоту около 500 рек и водотоков, впадающих в озеро. Таким образом, Байкал является и частью *биосферы*, живое вещество которой активно участвует в его онтологии.

Одновременно Байкал является и частью *ноосферы*. По Байкалу перемещается более 10 тысяч больших и маломерных судов, через его водную гладь протянуты ЛЭП и кабели, на берегах расположены более 500 предприятий, автомобильные и железные дороги. Это все объекты техносферы. На берегах Байкала около сотни населенных пунктов с угольями – это объекты урбосферы и агросферы. Байкал встроен и в инфосферу: как узел политических интересов, объект административно-территориального деления, пространство экономической деятельности. Байкал покрыт невидимой системой радиосвязи и мобильной связи. Байкал – ценностный символ страны. На его побережье находятся три заповедника, два национальных парка и пять заказников, причем Баргузинский заповедник – один из старейших в России. Это проявления идеосферы. Таков далеко не полный перечень феноменов ноосферы, связанных с Байкалом. Поэтому характеризовать его только как водный объект, как часть гидросферы и лимносферы, некорректно – с точки зрения и онтологии, и эпистемологии, и прагматики.

Взаимопроникновение геосфер проявляется не только в пространстве, но и во времени. Может показаться, что биосфера – «моложе» и «нежнее» других геосфер. Однако согласно палеонтологическим данным биосфера – очень старая и очень влиятельная система. Именно биосфера, обладая относительно небольшой массой, радикально меняла облик планеты, формировала гидросферу, атмосферу и литосферу, перемещая вещество, создавая устойчивые потоки и круговороты веществ и энергии, выстраивала геологическую летопись. Благодаря биосфере в гидросфере возникли русла рек, болота, пляжи, рифы и мангровые берега, существенно изменился состав Мирового океана. Благодаря биосфере в воздухе образовалось нынешнее соотношение азота и кислорода, а в литосфере формировались седиментосфера и педосфера.

Парадокс в том, что «нежная» биосфера не только влиятельнее, но и стабильнее прочих геосфер. Мы теперь хорошо знаем, что нестабильны даже конти-

ненты, что осушаются моря, вырастают и разрушаются горы, дрейфуют литосферные плиты. Однако в биосфере остается неизменным системный каркас: структура белков и нуклеиновых кислот, закономерности обмена веществ, общее строение клетки, системы организма, базовая структура экосистем и т. д. Миллиарды лет сохраняют стабильность некоторые таксоны микроорганизмов. Конечно, жизнь отдельной цианобактерии неизмеримо короче существования континента. Однако она продолжает «бессмертную» клеточную линию, которая длится миллиарды лет. Получается, что бактерия старше континента.

Если же заглянуть глубже в этот системный каркас биосферы, окажется, что всюду его формирует вода, то есть субстанция гидросферы. Без воды невозможна работа молекулярно-биологических механизмов и активность клеток, обмен веществ организмов и функционирование любых экосистем. Там, где есть жизнь, обязательно есть и молекулы воды. Но можно сказать и наоборот: где есть вода, присутствуют какие-то формы жизни, или биогенное вещество. В биосферу встроены даже объекты «безжизненной» криосферы: снега и льды оказывают мощное влияние на биоту, содержат споры, пыльцевые зерна и прочие зачатки жизни. Исследования показали, что тающие ледники высвобождают сотни тысяч тонн микроорганизмов порядка тысячи видов: археи, бактерии, водоросли, микобиота. Жизнь есть даже там, где вода дистиллирована и стерилизована – потому что рядом присутствуют люди, осуществляющие эту дистилляцию.

Таким образом, биосфера и гидросфера переплетены как единая надсистема. А в эпоху антропоцена в нее активно встраивается и ноосфера. Это молодая, но мощная геосфера. Она способна изменять прочие системы посредством информационного фактора: изучая, описывая, картируя. Девственные леса и горы, моря и океаны уже поглощены ноосферой, потому что вписаны в кадастры, карты, ГИС, справочники, системы глобального позиционирования и мониторинга, пронизаны радиоволнами, пройдены исследователями. А описание – это первый шаг к освоению.

Ноосфера в принципе не ограничена в пространстве, потому что в процессе описания и репрезентации стремится вобрать в себя все мироздание, включая дальний космос и микромир частиц. Потоки информации и энергии в ноосфере чем-то похожи на явления в гидросфере, а объекты – на живые организмы (для них даже придумали термин «инфорг»). Однако ноосфера – это принципиально иная система. Геосферы похожи – и не похожи, переплетены – но различаются в общем и в частности. Таково проявление гиперсложности. А поскольку вода присутствует и главенствует в нашем мире повсюду, можно поставить ее на первое место – и рассуждать о гиперсложной системе «гидросфера–биосфера–ноосфера». Такой подход помогает нам избегать неопределенности, профанных и панических суждений, вырабатывать более взвешенные и зрелые концепции и нацеливать свою деятельность на гармонизацию сосуществования трех геосфер – и порождаемых ими стихийных явлений.

Литература

Список русскоязычной литературы

1. Аристотель. Метеорология. Л.: Гидрометиздат; 1983.
2. Башкин ВН. Биогеохимия: Учебное пособие. М.: Научный мир; 2004.
3. Вернадский ВИ. Биосфера. Л.: НТО ВСНХ; 1926.
4. Вернадский ВИ. Биосфера (Избранные труды по биогеохимии). М.: Мысль; 1967.
5. Вернадский ВИ. Начало и вечность жизни. Петроград: Время; 1922.
6. Вернадский ВИ. Очерки геохимии. М.: Наука; 1983.
7. Вернадский ВИ. Несколько слов о ноосфере. Успехи современной биологии. 1944; 8(2):113-20.
8. Вернадский ВИ. Философские мысли натуралиста М.: Наука; 1988.
9. Виноградов МЕ, Шушкина ЭА. Функционирование планктонных сообществ эпипелагиали океана. М.: Наука; 1987.
10. Бебих ИГ, Жидовинов СН, Матвеева ГИ, Яншина ФТ (составители). Владимир Иванович Вернадский. Материалы к биобиблиографии ученых. М.; 1992.
11. Камнев АН, Богатырев ЛГ, Стуколова ИВ, Яковлев АС, Рыбальский НГ. Мониторинг и контроль состояния окружающей среды: вчера, сегодня, завтра. Использование и охрана природных ресурсов в России. 2021;(3):79-87.
12. Клиге РК, Данилов ИД, Конищев ВН. История гидросферы. М.: Научный мир; 1998.
13. Медоуз ДХ, Медоуз ДЛ, Рэндерс Й, Беренс ВВ. Пределы роста. М.: Изд-во МГУ; 1991.
14. Моисеев НН. Человек и ноосфера. М.: Молодая гвардия; 1990.
15. Морен Э. О сложности. Ин-т философии РАН; 2019.
16. Всемирная комиссия по вопросам окружающей среды и развития (WCED). Наше общее буду-

- щее. Развитие и международное экономическое сотрудничество: проблемы окружающей среды. Доклад WCED. Генассамблея ООН. Сессия 42, п. 83. 4 авг. 1987. A/42/427 p. 59. <https://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf>.
17. Реймерс НФ. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). М.: Россия Молодая; 1994.
 18. Савенко ВС. Развитие и современное состояние представлений о биосфере. Вестник МГУ Сер 4 Геология. 2003;(1):3-24.
- Общий список литературы/References**
1. Aristotel. Meteorologica. Leningrad: Gidrometizdat; 1983. (In Russ.)
 2. Bashkin VN. Biogeokhimiya Uchebnoye Posobiye. Moscow: Nauchnyi Mir; 2004. (In Russ.)
 3. Vernadsky VI. Biosfera. Leningrad: NTO VSNKh; 1926. (In Russ.)
 4. Vernadsky VI. Biosfera (Izbrannye Trudy po Biogeokhimi). Moscow: Mysl; 1967. (In Russ.)
 5. Vernadsky VI. Nachalo i Vechnost Zhizni. Petrograd: Vremia; 1922. (In Russ.)
 6. Vernadsky VI. Ocherki Geokhimi. Moscow: Nauka; 1983. (In Russ.)
 7. Vernadsky VI. Neskol'ko slov o noosfere. Uspekhi Sovremennoy Biologii. 1944;18(2):113-20. (In Russ.)
 8. Vernadsky VI. Filosofskiye Mysli Naturalista. Moscow: Nauka; 1988. (In Russ.)
 9. Vinogradov MYe, Shushkina EA. Funktsionirovaniye Planktonnykh Soobshchestv Epipelagiali Okeana. Moscow: Nauka; 1987. (In Russ.)
 10. Bebikh IG, Zhidovinov SN, Matyeva GI, Yanshina FT, compilers. Vladimir Ivanovich Vernadskii (Materialy k Bibliografii Uchenykh). Moscow; 1992. (In Russ.)
 11. Kamnev AN, Bogatyrev LG, Stukolova IV, Yakovlev AS, Rybalskiy NG. [Monitoring and control of environmental conditions: yesterday, today, and tomorrow]. Ispolzovaniye i Okhrana Prirodnikh Resursov v Rossii. 2021;(3):79-87. (In Russ.)
 12. Klige RK, Danilov ID, Konishchev VN. Istoriya Gidrosfery. Moscow: Nauchnyi Mir; 1998. (In Russ.)
 13. Meadows DH, Meadows DL, Randers J, Behrens W. Predely Rosta [Limits to Growth]. Moscow: Izdatelstvo MGU; 1991. (In Russ., translated from Eng.)
 14. Moiseyev NN. Chelovek i Noosfera. Moscow: Molodaya Gvardiya; 1990. (In Russ.)
 15. Morin E. O Slozhnostnosti [On Complexity]. Moscow: Institut Filosofii RAN; 2019. (In Russ., translated from French)
 16. World Commission on Environment and Development. Our Common Future. URL: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
 17. Reimers NF. Ekologiya (Teorii, Zakony, Pravila, Printsipy i Gipotezy). Moscow: Rossiya Molodaya; 1994. (In Russ.)
 18. Savenko VS. [Development and current state of concepts of the biosphere]. Vestnik MGU Ser Geologiya. 2003;(1):13-24. (In Russ.)
 19. Allen J. Me and the Biospheres: A Memoir by the Inventor of Biosphere 2. Synergetic Press; 2009.
 20. Bar-On YM, Phillips R, Milo R. The biomass distribution on Earth. Proc Natl Acad Sci USA. 2018;115(25):6506-11.
 21. Biermann F. 'Earth system governance' as a crosscutting theme of global change research. Glob Environ Change. 2007;17:326-37.
 22. Biermann F. Earth System Governance: World Politics in the Anthropocene. Cambridge MA: MIT Press; 2014.
 23. Cole LC. The Ecosphere. Sci Am. 1958;4:83-92.
 24. Jacobson M, Charlson RJ, Rodhe H, Orians G. Earth System Science, From Biogeochemical Cycles to Global Changes. London: Elsevier-Academic Press; 2000.
 25. Le Roy É. L'Exigence Idéaliste et le Fait de l'Évolution. Paris: Boivin & Cie; 1927.
 26. Pestel E. Beyond the Limits to Growth. A Report to the Club of Rome. Universe Books, 1989.
 27. Suess E. Die Entstehung Der Alpen. Wien: Wilhelm Braumüller, 1875. URL: https://opac.geologie.ac.at/ais312/dokumente/7574,%2080_Suess_Entstehung_Alpen.pdf.
 28. Teilhard de Chardin, P. L'Hominisation (in «La Vision du Passé»). Paris; 1958.
 29. Vernadsky W. La biosphère. Paris: Librairie Félix Alcan, 1929. URL: https://fr.wikisource.org/wiki/Livre:Vernadsky_-_La_Biosphère,_1929.djvu.
 30. Vernadsky W. La Géochimie. Paris: Librairie Félix Alcan, 1924. URL: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9819468s/f12.item>.
 31. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. World Conservation Strategy: Living Resource Conservation for Sustainable Development. 1980. <http://www.a21italy.it/medias/31C2D26FD81B0D40.pdf>.