

**Л. Н. Сухорукова**

## **Концепция биосферы: целостный подход к изучению явлений природы**

Наиболее крупным обобщением нашего времени, объединившим фактически данные различных областей естествознания в единое целое, стала концепция биосферы В.И.Вернадского. В ней ярко проявилась сущность целостного подхода к изучению явлений природы. По мнению самого В.И. Вернадского, «синтетическое изучение объектов природы — её естественных тел и её самой как целого — неизбежно вскрывает черты строения, упускаемые при аналитическом подходе к ним, и даёт новое. Этот синтетический подход характерен для нашего времени в научных и философских исканиях. Он ярко проявляется в том, что в наше время грани между науками стираются, мы научно работаем по проблемам, не считаясь с научными рамками» [3. С. 289]. Если в биологии традиционно объектами исследования были дискретные формы жизни (клетки, организмы, виды, сообщества), то в учении о биосфере В.И.Вернадского живое рассматривается как нечто целое и единое, проявляющее в своей совокупности новое интегральное свойство — быть «буфером» между космосом и «косным», то есть неживым веществом Земли, буфером, способным использовать космическую энергию для преобразования планетарного вещества» [11. С. 12].

Идеи В.И.Вернадского сыграли ключевую роль в формировании научной картины мира и стиля мышления современного человечества, с ним прямо или косвенно связано дальнейшее развитие эволюционной теории, концепций экологии, подходов к объяснению происхождения жизни и других комплексных научных направлений. Более того, нельзя не согласиться с мнением большинства известных экологов и биологов-эволюционистов, что дальнейшее плодотворное развитие теоретической биологии вне концепции биосферы становится невозможным.

Как следует из исторических работ [9, 12], термин «биосфера» ввёл в науку австрийский биолог Э.Зюсс (1875) для обозначения одной из оболочек Земли. Однако он не акцентировал внимание на особом месте биосферы среди других геосфер. Поэтому после работ Зюсса возникло два представления о биосфере — биологическое и биохимическое. Сторонники первого понимали под биосфе-

рой совокупность организмов, населяющих Землю. Другие определяли биосферу как пространственную оболочку Земли, на формирование и функционирование которой существенное влияние оказывают живые организмы.

Развитие биохимических представлений, по мнению целого ряда авторов [9, 10, 12], началось с разработки В.И.Вернадским теоретической концепции биосферы. Впервые он употребил этот термин в статье об истории рудидия в земной коре (1914) [12. С. 6]. В монографии «Биосфера» (1926), хотя и в общей форме, В.И.Вернадский излагает свои основные биохимические идеи, связывая воедино процессы развития органического мира с геологической историей атмосферы, гидросферы и литосферы. Следует согласиться с А.Л.Яншиным, что книга «Биосфера» явилась лишь «прологом к будущим исканиям» [12. С. 12], биосферной тематикой В.И.Вернадский продолжал заниматься до конца дней, развивая биосферную концепцию в последующих работах [1, 6, 8].

Важно заметить, что В.И.Вернадский провёл глубокое исследование предистории биохимических представлений [7. С. 162-176]. Предшественником основных своих идей он считал Ж.Б.Ламарка, в «Гидрогеологии» которого содержится попытка естественнонаучного описания жизни в качестве планетарного явления, крупнейшего естествоиспытателя первой половины XIX в. А.Гумбольдта, обобщившего в своём известном труде «Космос» понимание того, что «живое вещество есть неразрывная и закономерная часть поверхности планеты, неотъемлемая от её химической среды» [7. С. 167].

Среди научных достижений XVIII — XIX в. в., осветивших многие стороны влияния жизнедеятельности организмов на окружающую их безжизненную природу и послуживших, таким образом, основанием для создания целостного учения о биосфере, В. И. Вернадский отмечал прежде всего:

- значение работ ботаников и химиков по изучению фотосинтеза для выяснения природы атмосферы;
- установление роли животных организмов в образовании известковых пород, в геохимической истории углерода, кальция, кислорода, магния;
- выяснение биогенного происхождения углей, торфов, нефти и т.п.;
- открытие хемосинтеза, деление организмов по способу питания на авто- и гетеротрофы, обнаружение анаэробных организмов [2. С. 28-30, 374].

К числу своих наиболее значительных предшественников В. И. Вернадский относил своего учителя — основоположника научного почвоведения В. В. Докучаева, который впервые изучил взаимосвязь живых организмов и окружающей среды в различных природных зонах. В его работах была рассмотрена система природных зон, соответствующих различным типам процесса почвообразования. В. В. Докучаев установил связи природной зональности с климатическими факторами и характеризовал почвы, растительность, фауну и другие компоненты биосферы для каждой природной зоны.

На основе анализа работ В. И. Вернадского [1, 2, 4, 6, 7, 8] сущность его учения о биосфере можно свести к следующим постулатам:

1. Биосфера — «монолит жизни», «жизненная среда» — область земной коры, охваченная жизнью. Биосфера имеет определённые пределы, в рамках которых она может быть выделена и изучена. Пределы биосферы обусловлены «полем существования жизни» — совокупностью физико-химических параметров, необходимых и достаточных для поддержания жизни и самой биосферы (достаточное количество воды, минеральных веществ, кислорода, углекислого газа, благоприятный температурный режим, степень солёности воды в водоёмах, уровень радиации и др.).

2. В биосфере можно выделить два основных типа составляющего его вещества: косное и живое. Косное вещество, состоящее из минералов, резко преобладает по массе и объёму и в своих морфологических проявлениях, то есть «по своему химическому составу и физическому состоянию», остаётся сравнительно неизменным [2. С. 457]. Живое вещество, «вечное в целом», меняется в отдельных своих формах в эволюционном процессе. Современное живое вещество родственно живому веществу всех прошлых эпох.

3. Живое вещество — «жизнь в биохимическом аспекте» — «совокупность всех живых организмов, находящихся в данный момент в биосфере» [2. С. 480]. В отличие от отдельных организмов живое вещество «действует в геохимических процессах земной коры своей массой, своим химическим составом и своей энергией» [2. С. 289]. Энергия живого вещества проявляется в его размножении. «Живое вещество подобно массе газа растекается по земной поверхности и оказывает определённое давление в окружающей среде» [2. С. 330]. «Давление жизни» приводит к расширению её границ, «...жизнь постепенно, медленно

приспосабливаясь, захватила биосферу». и этот захват ещё не закончился» [2. С. 365].

4. Живое вещество никогда не находится на Земле в «морфологически чистой форме», то есть не представлено организмами одного вида — «однородным живым веществом», а структурировано на совокупности организмов разных видов — «сообщества» («экологические разности», биоценозы», «сгущения живого вещества»). «Проникновение жизни всегда несёт с собой своеобразный биоценоз» [2. С. 508]. Поэтому биосфера не случайное образование, она определённым образом организована; организованность биосферы создаётся и сохраняется разнородным живым веществом.

5. Живое вещество в биосфере выполняет энергетическую и геохимические функции. Первая связана с ассимиляцией зелёными растениями солнечной энергии (а хемотрофами — энергии химических связей) и передачей её по пищевым цепям от растений к животным и далее к микроорганизмам. Часть энергии вместе с остатками живых организмов переходит в ископаемое состояние и консервируется в земной коре (уголь, нефть и пр.). В связи с этим биосфера может рассматриваться как «область земной коры, занятая трансформаторами», «как планетный механизм», превращающий космическую энергию в разнообразные виды земной свободной энергии» [2. С. 321-322]. Геохимические функции: газовые, концентрационные, окислительно-восстановительные, биохимические и др. — выражаются в участии организмов в перемещениях и концентрациях химических элементов, в преобразованиях окружающей среды, в создании новых минералов. «Вместе взятые, они определяют основные химические проявления живого вещества в биосфере» [8. С. 237].

6. «Функции жизни» в биосфере неизменны в течение геологического времени. Они непрерывно существуют одновременно» [2. С. 457]. Вместе с тем в силу своего разнообразия геохимические функции могут выполняться только разнородным живым веществом, то есть совокупностью организмов разных видов. «Среди миллионов видов нет ни одного, который мог бы исполнять один все геохимические функции жизни» [2. С. 457]. «В ходе геологического времени происходила смена разных организмов, замещавших друг друга в выполнении данной функции без изменения самой функции» [2. С. 458]. Лишь со времени появления в биосфере цивилизованного человечества один вид «...оказался способным вызвать одновременно разнообразные процессы, но он достигает этого разумом и

техникой, а не физиологической работой своего организма» [2. С. 458].

7. Биохимические функции организмов — следствие их жизнедеятельности. «Живые организмы...» своим питанием, дыханием, размножением, метаболизмом» «... породили одно из грандиознейших планетных явлений — биотический круговорот веществ или «биогенную миграцию атомов» [2. С. 484]. За время существования биосферы атомы большинства элементов, входящих в её состав, многократно прошли через тела живых организмов и вернулись в окружающую среду. Именно жизнедеятельность организмов определяет состав атмосферы, состав и структуру почв, содержание многих веществ в гидросфере. Незамкнутость биотических круговоротов или «биогеохимических циклов» приводит к постоянному «выходу» некоторой части биосферного вещества за пределы современной биосферы, в глубокие слои земной коры. В результате образуются залежи ископаемого органического (угли, торф, нефть, битумы) и минерального (карбонаты, фосфориты, железные и марганцевые руды, месторождения серы и т. п.) веществ. Итак, «в биосфере нет природного явления геологически более мощного, чем жизнь» [2. С. 484].

8. В силу незамкнутости биохимических циклов биосфера представляет собой глобальную «устойчивую динамическую систему, непрерывно меняющееся равновесие» [2. С. 483]. Каждое последующее состояние биосферы не повторяет предыдущего; вовлечение в миграционные циклы одних веществ — энергетических потоков и выход из биогеохимических циклов других приводит к непрерывному обновлению биосферы, способствует её прогрессивному эволюционному развитию.

9. «С исчезновением жизни не оказалось бы на земной поверхности силы, которая могла бы давать непрерывно начало новым химическим соединениям». На планете неизбежно установилось бы «химическое равновесие», «химическое спокойствие». «Лик Земли стал бы также неизменен и химически инертен, как является неподвижным лик Луны...» [2. С. 328]. Жизнь, таким образом, постоянно и непрерывно нарушает «химическую косность» поверхности планеты и определяет окружающую нас картину природы.

10. Биосфера существовала на протяжении всей геологической истории. Об этом свидетельствуют «былые биосферы» — сохранившиеся остатки биосферы прошлых геологических периодов (накоп-

ление известняков, углей, осадочных горных пород и т.п.).

С концепцией биосферы тесно связаны представления В. И. Вернадского о происхождении жизни на нашей планете. Этой проблеме он посвятил несколько работ.

В своей первой статье «Начало и вечность жизни» (1921). В. И. Вернадский прослеживает историю взглядов на происхождение жизни, провозглашает важнейшим принципом утверждение флорентийского врача XVII в. Ф. Реди: «всё живое от живого». Большое значение он придаёт идеям шотландского геолога XVIII в. Дт. Геттона и П. Кюри, доказавшим принципиальные отличия молекулярного строения живого вещества (его асимметрию) от вещества косного.

В названной статье, как и в следующей («Начало жизни и эволюция видов») (1931), он исходит из коренного отличия живого вещества от косного и считает жизнь явлением космическим и геологически вечным. Утверждая идею вечности жизни и её космического происхождения, В. И. Вернадский воздерживался от обсуждения механизмов её проникновения на Землю ввиду невозможности её фактического обоснования [2. С. 262-284].

В. И. Вернадский подчёркивал, что эволюционная теория не может дать объяснение началу жизни и отнюдь не требует, чтобы, «проследивая генетическое изменение в течение геологического времени всех растительных и животных форм, мы пришли к единому, однообразной формы предку» [2. С. 447]. Более того, основываясь на центральном положении биосферной концепции о широком спектре биогеохимических функций, изначально присущих биосфере, В. И. Вернадский приходит к выводу, что жизнь при определённых благоприятных условиях должна была появиться сразу в большом разнообразии микроорганизмов, наделённых разнообразными биогеохимическими функциями, а дальше развиваться полифилитически.

Полифилитическое представление о ходе эволюции жизни, по мнению В. И. Вернадского, «чрезвычайно затрудняет возможность допущения когда-то происшедшего на нашей планете абиогенеза», так как абиогенез отдельного вида не может объяснить многообразия функций биосферы, а допустить одновременное появление ряда организмов разной геохимической функции, тесно связанных между собой, то есть «допустить абиогенез монолита жизни — задача экспериментально немислимая» [2. С. 449].

Важно заметить, что в своих последующих работах В. И. Вернадский неоднократно возвращает-

ся к данной проблеме, вносил в свои представления изменения и уточнения. Так, в статье «Об условиях появления жизни на Земле» (1931), по-прежнему сомневаясь в вероятности абиогенеза и не считая возможным экспериментально обосновать занос жизни из Космоса, он считает необходимым сузить и проблему, свести вопрос о начале жизни к вопросу о начале в ней биосферы. Только такой подход, по мнению В. И. Вернадского, является научным, так как опирается на огромный эмпирический материал геологии и геохимии и позволяет решить проблему, хотя и «не во всей её полноте» [2. С. 451].

В.И.Вернадский предполагал, что биосфера существовала на протяжении последних 2 млрд. лет и с самого своего возникновения была «сложным телом», состояла из комплекса прокариот, способного выполнять разнообразные геохимические функции. Одним из важнейших свойств такого комплекса явилась чрезвычайная быстрота размножения, «скорость передачи жизни», согласно подсчётам В.И.Вернадского, достигает у прокариот десятков тысяч сантиметров в секунду. Из этого следует, что в немногие сутки «... жизнь могла охватить всю поверхность планеты, образовать биосферу и дать начало процессу эволюции и её закономерностям» [2. С. 460].

Таким образом, согласно В. И. Вернадскому, наиндивидуальные формы организации жизни (виды, биогеоценозы) оказываются столь же древними, как и сама жизнь, а органический мир представляет собой исторически сложившуюся форму организации биогенных потоков вещества и энергии.

Возникновение жизни, по мнению В.И.Вернадского, положило начало геологическому периоду в развитии нашей планеты и длительному процессу эволюции биосферы.

Важно заметить, что в книгах 20-х годов («Биосфера» (1926), «Очерки геохимии» (1927)) В. И. Вернадский главное внимание уделял исследованию постоянства фундаментальных черт организованности биосферы и её биохимических функций. В работах последующих лет и прежде всего в посмертно изданных трудах [1, 6, 8] он развивал идеи о количественном и качественном преобразовании биосферы, взаимосвязи её эволюции с эволюцией видов.

Говоря о эволюции видов, В. И. Вернадский неоднократно подчёркивал, что эволюционный процесс всегда идёт только в живой природе, «внутри биосферы». Поэтому любые предположения «об изменении форм организмов путём эволюции вне

живой природы» будут «логической ошибкой, недопустимой экстраполяцией» [2. С. 460].

В работе «Размышления натуралиста» он высказал оригинальные идеи об обусловленности прогрессивной направленности эволюционного процесса ограниченностью земного пространства (тело планеты) и безграничностью времени. Он подчёркивал, что при такой объективной заданности условий эволюция органического мира определяется пространством как минимальной ограничительной величиной и неизбежно направлена в сторону приобретения свойств, позволяющих максимально использовать это ограниченное земное пространство. Эволюция «земной жизни», согласно его точке зрения, шла в направлении увеличения площади улавливания солнечных лучей, что выразилось в переходе от гладкоствольных форм к ширококронным. Животные осваивали пространство путём приспособленности к передвижению в различных физических средах и путём процесса цефализации — неуклонного усложнения нервной системы и психической деятельности [6. С. 25-32].

В. И. Вернадский неоднократно отмечал, что эволюционный процесс в течение всего геологического времени охватывает всю биосферу, сказывается на её косных природных телах. «Уже по одному этому мы можем и должны говорить об эволюционном процессе самой биосферы» [5. С. 20].

Подчёркивая неразрывную связь эволюции видов с эволюцией биосферы, В.И.Вернадский вместе с тем стремился найти интегральные характеристики эволюции биосферы, её специфические закономерности, несводимые к закономерностям эволюции на нижележащих уровнях организации живого. Основные тенденции в эволюции биосферы, отмеченные В. И. Вернадским в работах [5, 6, 8], можно свести к следующему: расширение границ биосферы, ускорение биогенной миграции, появление качественно новых форм миграции элементов, непосредственно не связанных с внутриорганизменным обменом (деятельность животных), перенос отдельных биогеохимических функций с одной группы организмов на другую, обогащение живого, косного и биокосного веществ биосферы аккумулированной солнечной энергией, усложнение структуры биогеохимического круговорота, возрастание преобразующего влияния жизни на неживую природу, формирование биосферных адаптаций (возникновение озонового экрана и др.).

Следует заметить, что, признавая обусловленность эволюции биосферы «усилением эволюци-

онного процесса живого вещества» [5. С. 22], В. И. Вернадский рассматривал возникновение человека и его воздействие на природу как исторически обусловленный, качественно новый этап эволюции биосферы. В своих последних работах [1, 5, 8] он считает истребление природных ресурсов временным явлением, обусловленным недостатком знаний и низким культурным уровнем населения. Он выражает уверенность в том, что при разумном отношении к антропогенному преобразованию природной среды суммарные ресурсы биосферы смогут возрастать быстрее, чем численность человечества. Такую разумно организованную биосферу, способную удовлетворить материальные и духовные потребности человека, В. И. Вернадский назвал «ноосферой». «Ноос» — древнегреческое название человеческого разума, следовательно, ноосфера — это сфера человеческого разума.

Известно, что термин «ноосфера» В. И. Вернадскому не принадлежит. Его предложил французский философ Э. Леруа (1927) со ссылкой на то, что он вводит этот термин для будущего состояния биосферы, прослушав в Сорбонне курс лекций В. И. Вернадского [12. С. 11].

Особенности эпохи ноосферы широко обсуждались П. Тейяром де Шарденом, однако в соответствии со своим мировоззрением он не считал разум результатом эволюции мыслительного аппарата. В. И. Вернадский воспользовался этим термином при характеристике современного этапа эволюции биосферы. Он отмечал: «Ноосфера — последнее из многих состояний эволюции биосферы — состояние наших дней» [5. С. 242]. «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 ранее» [5. С. 241].

Долгое время новые, оригинальные и принципиально отличные от традиционных представлений идеи В.И.Вернадского о возникновении жизни, сложности и неоднородности первичной биосферы, полифилетическом происхождении органического мира, связи эволюции видов с эволюцией биосферы и др. оставались вне поля зрения большинства биологов. «Только могуществом консервативных традиций в биологии», по мнению Э. И. Колчинского, «можно объяснить тот факт, что эти идеи В.И.Вернадского не нашли в своё время должного признания» [10. С. 39].

Многие направления, исследования биосферы, намеченные В. И. Вернадским, получили дальнейшее развитие лишь в последние десятилетия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вернадский В. И. Биохимические очерки. М.: Изд-во АН СССР, 1940. 250 с.
2. Вернадский В. И. Живое вещество и биосфера. М.: Наука, 1994. 495 с.
3. Вернадский В. И. Избранные труды по истории науки. М.: Наука, 1981. 359 с.
4. Вернадский В. И. Избранные произведения, Т.5. М.: Наука, 1960. 422 с.
5. Вернадский В. И. Научная мысль как планетное явление. М.: Наука, 1991. 271 с.
6. Вернадский В. И. Размышления натуралиста: пространство и время в живой и неживой природе. М.: Наука, 1975. 175 с.
7. Вернадский В. И. Труды по геохимии. М.: Наука, 1994. 495 с.
8. Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и её окружения. М.: Наука, 1965. 374 с.
9. Казначеев В. П. Учение В. И. Вернадского о биосфере и ноосфере. Новосибирск: Наука, 1989. 248 с.
10. Колчинский Э. И. Эволюция биосферы. Л.: Наука, 1990. 236 с.
11. Моисеев Н. Н. Слово об учителе / Владимир Вернадский. Жизнеописание. Избранные труды. Воспоминания современников. Суждения потомков. М.: Современник, 1993. С. 9-14.
12. Яншин А. А. Живое вещество и биосфера в трудах В. И. Вернадского / Вернадский В. И. Живое вещество и биосфера. М.: Наука, 1994. С. 5-15.

**Д. Ю. Кузнецов, Т. Л. Трошина**

### **Использование темы «Цепные дроби» на уроках математики**

Математика как наука и как область деятельности человеческого разума по своей природе двойственна. С одной стороны, ее объекты, понятия, построения, строго говоря, идеальные и существуют лишь в человеческом воображении (например, прямая линия, не имеющая толщины, так что ее невозможно увидеть). С этой точки зрения математику можно рассматривать как некоторую игру, как, например, игру в шахматы, с определенным набором фигур (понятий) и правил игры. С другой