
В. И. ВЕРНАДСКИЙ
И
СОВРЕМЕННОСТЬ

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

СЕКЦИЯ НАУК О ЗЕМЛЕ

КОМИССИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ НАУЧНОГО НАСЛЕДИЯ
АКАДЕМИКА В.И. ВЕРНАДСКОГО

ИНСТИТУТ ГЕОХИМИИ И АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ
ИМ. В.И. ВЕРНАДСКОГО

THE USSR ACADEMY OF SCIENCES

SECTION OF THE EARTH'S SCIENCES

COMMISSION FOR ELABORATION
OF THE VERNADSKY SCIENTIFIC HERITAGE

V.I. VERNADSKY INSTITUTE OF GEOCHEMISTRY
AND ANALYTICAL CHEMISTRY

V. I. VERNADSKY AND MODERN TIMES

Editors-in-chief

Academician B.S. SOKOLOV,
Academician A.L. YANSHIN

Responsible editor

Doctor of sciences (ecology) A.G. NAZAROV



MOSCOW "NAUKA PUBLISHERS"
1986

В.И. ВЕРНАДСКИЙ И СОВРЕМЕННОСТЬ

4535
Главные редакторы:

академик Б.С. СОКОЛОВ

академик А.Л. ЯНШИН

Ответственный редактор

доктор биологических наук А.Г. НАЗАРОВ



МОСКВА "НАУКА"

1986



В.И. Вернадский и современность. М.: Наука, 1986. 232 с.

В книге отражено современное состояние научных проблем в свете идей В.И. Вернадского. Они касаются в первую очередь учения о биосфере, биогеохимической цикличности, подходов к изучению симметрии неживой и живой природы, пространства и времени. Рассматриваются вопросы управления с точки зрения ноосферной целостности человека, а также методологии научного познания, принципов и логики естествознания.

Для специалистов в области наук о земле, философии, истории науки, управления, охраны окружающей среды, а также для студентов и преподавателей вузов, широкого круга читателей.

Рецензенты: Э.В. ГИРУСОВ, С.А. ЕВТЕЕВ

V.I. Vernadsky and modern times. — М.: Nauka, 1986. 232 p.

The book depicts the modern state of scientific problems which have taken origin from V.I. Vernadsky's ideas. They are concerned, first of all, with the studies on biosphere and noosphere, the living matter, biogeochemical cyclicality, approaches to the symmetrie between inert and living nature, space and time. The book reflects the present day's understanding of the management problems from the viewpoint of the noosphere integrity of man, his technology, society and nature as well as the methodology of scientific knowledge, principles and logics of the natural sciences, and history of knowledge. The book will be of use to a wide circle of specialists dealing with phylosophic issues of modern natural sciences, biosphere and environmental protection, ecology, geochemistry, pedology, rational nature management, history and management of the science.

The book is meant for students and teachers of higher schools and wide circles of public interested in sciences and specialists in the managerial matters as well.

Reviewers: E.V. GIRUSOV, S.A. EVTEEV

Идея об объединении всего человечества становится реальностью только в наше время . . .

Ясно, что создание такого единства есть необходимое условие организованности ноосферы, и к нему человечество неизбежно придет.

В.И. Вернадский.

"Научная мысль как планетное явление"



R. U. Wegman

ПРЕДИСЛОВИЕ

Имя выдающегося естествоиспытателя современности Владимира Ивановича Вернадского известно широким кругам общественности. Создатель новых научных дисциплин и направлений — генетической минералогии, геохимии, учения о природных водах, метеоритики, радиогеологии, космохимии и биогеохимии, крупнейший организатор и историк науки, академик В.И. Вернадский вписал немало славных страниц в летопись отечественной и мировой науки. С именем В.И. Вернадского связано вхождение в науку революционных научных представлений, намного опередивших свое время и послуживших основой их плодотворного развития в наши дни. Среди них идеи о симметрии в природе, о коренном отличии пространства-времени живого и неживого, о планетарных биогеохимических циклах и космической сущности жизни.

Но наибольшую известность и мировое признание по праву занимает учение В.И. Вернадского о биосфере и переходе ее в новое эволюционное состояние — ноосферу под воздействием научной мысли, нравственной силы разума и труда человечества. Концепция биосферы—ноосферы представляет итог всего научного творчества ученого, его мировоззрение. Она служит научным фундаментом в разработке ряда современных глобальных проблем, и прежде всего проблем окружающей человека среды и разумного использования природных богатств биосферы.

В предлагаемом читателю сборнике предпринята попытка разностороннего освещения научного творчества великого русского ученого и его развития на современном этапе. В основу книги "В.И. Вернадский и современность" положены труды одноименных научных симпозиумов, проведенных в марте 1983 г. к 120-летию со дня рождения В.И. Вернадского в Москве и Ленинграде. Юбилейные научные конференции и торжества прошли и в ряде других научных центров нашей страны (Пушино, Тарту, Иваново, Ярославле).

Изучение творчества и личности В.И. Вернадского невозможно представить без характеристики его учеников, созданной им школы. Из школы Вернадского вышли ученые с мировым именем: академики А.Е. Ферсман, В.Г. Хлопин, Д.И. Щербаков, А.А. Полканов, А.П. Виноградов, А.А. Твалчрелидзе, члены-корреспонденты АН СССР К.А. Ненадкевич, А.А. Сауков, К.А. Власов, профессора Б.Л. Личков, Я.В. Самойлов и многие другие. Одним из самых любимых учеников Владимира Ивановича и, по его признанию, духовно близким ему человеком был и К.П. Флоренский. С име-

нем этого ученого неразрывно связано становление сравнительной планетологии и космохимии, а в период совместной работы с В.И. Вернадским — биогеохимии. Тех, кто впервые соприкасается с творчеством В.И. Вернадского, поражает мощь и глубина его научного предвидения, жизненная сила его гениальных идей. Проходят годы, и чувство удивления "миром Вернадского" — а в его трудах, словно в изваяниях, вылеплен особый мир новых понятий, образов, звуков гармонии мира — не только не исчезает, но обретает все новую остроту по мере углубления в его научное наследие. Передавая на суд читателей подготовленную авторским коллективом к 120-летию со дня рождения В.И. Вернадского книгу, хотелось бы в заключение подчеркнуть, что идеи нашего замечательного ученого имеют не одну только мемориальную ценность. Они жизненно важны сегодня, входя в теоретический фундамент современного научного мировоззрения, в основу практической реализации народнохозяйственных программ и планов.

А.Л. Яншин, Б.С. Соколов, А.Г. Назаров

Б.С. Соколов

**ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО НА СИМПОЗИУМЕ
"В.И. ВЕРНАДСКИЙ И СОВРЕМЕННОСТЬ"**

Дорогие друзья!

В наше время нет необходимости много говорить о Владимире Ивановиче Вернадском и перспективах развития его гигантского научного наследия. Мы сейчас уже являемся обладателями его научной и философской мысли и обязаны их развивать. Глубоко был прав современник В.И. Вернадского Лев Семенович Берг, когда сказал еще при жизни Владимира Ивановича, что В.И. Вернадский принадлежит к числу тех ученых, которые в своем лице представляют всю Академию. Я не знаю ни одного ученого, о котором было бы сказано так при жизни, и думаю, что сейчас мы с полнейшим основанием, уже в отдалении от долгих лет творчества Владимира Ивановича, можем говорить о нем, как о Ломоносове XX века. Я бы даже сказал больше: Ломоносов — это наше великое прошлое, и очень многое из того, что было сделано и заложено Ломоносовым, было реализовано нашей отечественной и мировой наукой. Но сейчас имя Вернадского звучит в мировой науке значительно сильнее, чем имя Ломоносова.

Надо сказать, к нашему большому огорчению, Ломоносова на Западе вообще плохо знают. Когда Президенту Королевского общества в Президиуме Академии наук СССР вручался диплом о награждении Золотой медалью им. М.В. Ломоносова, он сказал, что счастлив, что это обстоятельство позволило ему ознакомиться с творчеством Ломоносова, которого на Западе не знают.

Сейчас Владимир Иванович является фигурой особой, потому что все его творчество, как теперь оказалось, устремлено в будущее. Владимир Иванович верил в то, что оно предназначено для будущего, и мы сейчас являемся свидетелями замечательного претворения этой мысли в жизнь.

Владимир Иванович обладал совершенно удивительной интуицией — интуицией провидца. Я думаю, что в какой бы науке — а их превеликое множество, — к какому бы научному направлению его творчество ни прикоснулось, мы везде найдем либо прогноз, либо какие-то элементы

прогноза дальнейшего развития этих направлений науки на предстоящие открытия, на значение для будущего, будь это абсолютная геохронология, основанная на изучении изотопов, или геохимия ландшафтов или эндемичные заболевания.

Но я бы хотел привести два примера мыслей этого удивительного великого ученого—провидца. Один из них относится к 1922 г., когда Владимир Иванович совершенно четко сформулировал свою мысль о том, что употребление освобожденной атомной энергии в разрушительных целях было бы губительным для человечества. Мы с вами прекрасно понимаем, что в то время немногие всерьез об этом могли думать, а Владимир Иванович предвидел возможность использования атомных сил в злых намерениях. Александр Леонидович¹ правильно сказал, что, к счастью, Владимир Иванович не дожид до Нагасаки и Хиросимы. Я думаю, что большего потрясения в жизни он бы не испытал. И вот эта его мысль звучит с необычайной актуальностью сегодня.

И второе. Несколько позднее Владимир Иванович совершенно четко сформулировал мысль о том, что человек стал геологической силой планетарного масштаба. Когда эти слова писались, эти мысли произносились, очень немногие могли принять их всерьез. Это звучало как красивая метафора. И вот сейчас мы с вами понимаем, сколь глубока была и та и другая мысль. И в той и в другой мысли были заключены, я бы сказал в равной мере, вера в торжество науки и какая-то тревога за могущие быть трагическими последствия этого торжества. Человек действительно стал могучей силой, силой, вполне соизмеримой с теми процессами, которые мы называем геологическими, которые формировали лик нашей Земли. И в то же время человек оказался в состоянии исказить этот замечательный лик нашей планеты, уничтожить его. Но Владимиру Ивановичу в глубочайшей степени была свойственна не философия обреченности, столь распространенная на Западе сейчас, а философия оптимизма. И только с этой точки зрения мы воспринимаем творчество Владимира Ивановича, творчество оптимистически устремленного в будущее. Для нас в этом отношении мысли и идеи Вернадского — это наше знамя, наша вера в будущее.

Среди огромного наследия Владимира Ивановича едва ли не центральное место занимает его концепция биосферы. Сейчас нет нужды призывать людей, начиная от школьников и кончая глубокими мыслителями нашей современности, к тому, чтобы мы размышляли о биосфере, о тенденции ее развития, о ее защите. О ней говорят многие, но, я бы сказал, что говорят очень по-разному. Говорят очень часто, как мне кажется, не по Вернадскому. Что я имею в виду? Очень часто представления о биосфере сводят к понятию ну если не о живой пленке планеты, то все-таки о той области жизни, которая охватывает земную поверхность, которая проникает в толщу коры и распространяется за пределы Земли до ближнего космоса включительно. Это — биосфера, это действительно жизнь, живые существа. И очень часто понятие биосфера сводят только к этому. Верно ли это? Это абсолютно неверно. И вместе с тем такая позиция является базой для наших рассуждений и наших забот об охране окружающей среды — биосферы. В чем это выражается? В том, что мы проявляем заботу

¹ Академик А.Л. Яншин.

об охране окружающей среды — биосферы, об определенных живых комплексах, определенных биоценозах. Отражением этого являются и так называемые Красные книги.

Я ничего не хочу сказать плохого о Красных книгах. Они нужны. Мы стали свидетелями страшной картины вымирания живых существ, начиная от микроскопических и кончая гигантами. И нет слов, что нравственные потери человечества будут огромны, если исчезнет розовая чайка, белый носорог, уссурийский тигр, американская секвойя и т.д. и т.п. Будут, конечно, огромные потери в генофонде. И все-таки это не самое главное.

Концепция биосферы Владимира Ивановича включала не только этот компонент. Другим не менее значительным компонентом биосферной концепции Вернадского — а этим она отличается от всех других — является абиотическая составляющая. Это сама среда жизни, единство биотического и абиотического в понятии биосферы. Вот эта функционирующая, активно развивающаяся система — это и есть суть биосферной концепции Владимира Ивановича Вернадского. И нельзя, защитив какую-то группу организмов, какой-то биоценоз, популяцию, думать, что мы сделали крупный шаг к защите биосферы. Это не так.

Биосфера нуждается в защите и охране как функционирующая система. В этом состоит главное. Это важнейшее произведение природного процесса — биосфера. Она едина. Ее только так и можно воспринимать. Вот с этих позиций совершенно закономерен и переход к ноосфере.

Историю появления и возникновения мыслящего существа Вернадский проследил со значительно большей полнотой, чем, скажем, Дарвин и многие другие естествоиспытатели, — историю формирования жизни. Владимир Иванович проследил процесс, который довольно устойчиво раньше назывался, а сейчас мало употребляется, — процессом цефализации. Он проследил процесс цефализации во всем его развитии, начиная от простейших существ. А мы с вами сейчас отлично знаем, что история жизни охватывает по крайней мере 4 млрд. лет, и около 600 млн. лет тому назад появились существа с уже обособленной головной частью. Дальше шел процесс развития центрального элемента живого существа — головы, а затем мозга — высшей нервной деятельности.

Владимир Иванович медленно шел к пониманию появления человека разумного и совершенно четко себе представлял неизбежность его появления. Раз появление мыслящего существа было неизбежно в этом процессе, значит разумное существо, став произведением биосферы, должно было стать управляющим этой биосферой. В этом и состоит суть "перехода" биосферы в ноосферу. Роль человека в этом процессе — это и есть в наши дни самое великое наследие великого ученого.

Владимир Иванович был геологом. Считаю счастьем, что геолог занялся процессами биосферы: это придало всей концепции космический оттенок. Он писал: "В геологической истории биосферы перед человеком открывается огромное будущее, если он поймет это и не будет употреблять свой труд и свой разум на самоистребление".

Это слова, которые, по-моему, каждый разумный, каждый интеллигентный человек должен записать в свою записную книжку и сверять с ними свои поступки, свои действия, какой бы он пост ни занимал. Сло-

ва эти были написаны в 1944 г. Я считаю, что это завещание Владимира Ивановича не только нам, но и всему человечеству.

6 января 1945 г. Владимира Ивановича не стало. Совет Народных Комиссаров во всех центральных газетах опубликовал сообщение о его кончине и вынес постановление об увековечении памяти Владимира Ивановича. В октябре того же года Президиум Академии наук СССР вынес постановление о создании комиссии по изучению и разработке научного наследия академика В.И. Вернадского. Во главе этой комиссии стал наш замечательный ученый—химик академик Н.Д. Зелинский и еще шесть академиков и членов-корреспондентов Академии наук. Волею естественного процесса никого из членов этой комиссии к настоящему времени в живых не осталось. И сейчас встает вопрос о создании комиссии новой, потому что задачи, стоявшие перед нами в те годы, существенно изменились.

После смерти Владимира Ивановича остался огромный архив, быть может, самый крупный архив ученого во всем Архиве Академии наук, и он еще не полон. Существенная часть архивных материалов находится за пределами нашей страны. Предстоит очень многое сделать, чтобы этот архив восстановить. И я считаю, что наша обязанность издать все, что было написано Владимиром Ивановичем, с хорошими комментариями. Только тогда мы сможем понять значение личности ученого в истории. Только тогда можно будет понять творчество В.И. Вернадского в целом, понять и огромную прогностическую силу его учения, и его заблуждения, увидеть его личность в целом.

Такова задача комиссии в этом отношении — большая и сложная, поэтому я сейчас обращаюсь с призывом ко всем, кто располагает какими-либо материалами и документами для того, чтобы они были переданы в эту создающуюся комиссию Академии наук — надеюсь, что она будет в скором времени утверждена Президиумом Академии наук СССР¹.

А B C T R A C T

Importance of V.I. Vernadsky's scientific heritage for the development of various branches of science is discussed; prognostic force of the scientist's ideas is noted.

¹ В настоящее время при Президиуме АН СССР создана и функционирует Комиссия по разработке научного наследия академика В.И. Вернадского.

В.И. ВЕРНАДСКИЙ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Прошло сорок лет со дня кончины В.И. Вернадского. Но чем дальше уходит от нас время, когда жил и творил этот удивительный ученый, тем все больше и больше его мысли, идеи, начинания, его духовный мир в целом привлекают к себе внимание человечества.

Многое из того, что при жизни В.И. Вернадского недооценивалось его современниками или, подчас, объявлялось даже "неправильным", в настоящее время воспринимается как сама собой разумеющаяся истина, как факт, точно доказанный научным опытом либо точным расчетом. Пройдут еще годы, а может быть, и столетия (как утверждал А.Е. Ферсман [18, с. 5]) и всплывут перед людьми будущих лет уже другие, актуальные на тот день идеи Владимира Ивановича — может быть, это будет его мысли о жизни как космическом явлении или об автотрофности человечества [11]¹, а может быть, и иные его прозрения, обогнавшие время и еще ждущие сейчас тех, кто поймет и будет разрабатывать их дальше.

Таким образом, В.И. Вернадский предстает перед нами величайшим ученым не только недавнего прошлого, но и выдающимся умом современности, ученым, устремленным также и в далекое будущее.

В.И. Вернадский скончался 6 января 1945 г., через 3 дня в "Известиях" было опубликовано постановление Совнаркома СССР об увековечении памяти Владимира Ивановича Вернадского и об издании его трудов. В этом постановлении отмечались лишь две из многих научных специальностей Вернадского — "геолог и геохимик" — и заслуги Владимира Ивановича в развитии только этих областей знания были сочтены столь значительными, что наше государство на самом высоком уровне выразило свое уважение к памяти ученого и заботу о его научном наследии.

Во время празднования 120-й годовщины со дня рождения В.И. Вернадского центральные газеты и журналы страны поместили обширные статьи выдающихся ученых, философов, публицистов, посвященные жизни и деятельности Владимира Ивановича. И характерно то, что во всех статьях главное внимание уделялось уже не столько геологическим и геохимическим трудам и идеям Вернадского, сколько его учению о биосфере планеты Земля и ее постепенной эволюции в ноосферу, когда разум человека становится геологической силой, меняющей лик нашей планеты [15, с. 365]. Это и понятно. Масса общепланетных экологических проблем, только сейчас начинающих осознаваться человечеством, вопросы защиты окружающей среды и, наконец, тревога за судьбы всего живого на Земле перед ставшей реальностью угрозой всеуничтожающего атом-

¹ В этой статье автор пишет: "Человек — животное общественное гетеротрофное. Он может существовать лишь при условии существования других организмов (которыми он питается. — В.Н.) [с. 237]. Непосредственный синтез пищи без посредничества организованных существ... коренным образом изменит будущее человека [с. 241]. Из существа социально гетеротрофного он сделался бы существом социально автотрофным" [с. 242]. (Разрядка моя. — В.Н.).

ного пожара, — все эти главные тревоги и заботы сегодняшнего дня невольно вызывают в памяти гениальные предвидения Вернадского, волновавшие его еще много десятилетий тому назад.

Сравнение определения ведущей специальности Вернадского в год его кончины с той оценкой, которую получило создание в те же годы его учение о биосфере и ее эволюции в ноосферу сорок лет спустя, как нельзя лучше подтверждает мысль о том, что по мере развития науки и техники, по мере познания природы новые поколения исследователей находят и будут находить и подчеркивать в трудах В.И. Вернадского новые, созвучные их эпохе грани его богатейшего научного творчества.

Вернадского-ученого можно охарактеризовать двумя прекрасными русскими словами — естествоиспытатель и мыслитель.

Многие не видят особого различия между словами "естествоиспытатель" и "натуралист", может быть, иногда их и можно считать синонимами, производными от разноязычных, но одинаковых по смыслу корней (*nature* — природа, *естество*). Но Вернадский был именно естествоиспытателем, и это слово точно отражает характер научной работы Владимира Ивановича. В дневнике за 1882 г. 19-летний студент 2-го курса Петербургского университета записал: "Какое наслаждение "вопросать природу", "пытать ее". "Какой рой вопросов, мыслей, соображений! Сколько причин для удивления, сколько ощущений приятного при попытке объять своим умом, воспроизвести в себе ту работу, какая длилась века, в бесконечных ее областях!" [16, с. 34]. Так рассуждал Вернадский* — тогда начинающий еще естествоиспытатель. Таков был стиль его работы до последних дней. Вернадский-мыслитель старался не только осознать суть новых открытий в естествознании, но и определить их место среди других, уже известных закономерностей, вскрыть причинноследственные связи между ними, найти пути применения новых открытий на благо науки, своего народа, всего человечества. В письме к своей жене, Наталье Егоровне, от 2.VII 1887 г. 24-летний молодой ученый написал: "Нет ничего сильнее желания познания, силы сомнения... Когда при знании фактов доходишь до вопросов "почему—отчего", — их непременно надо разъяснить... И это искание, это стремление есть основа всякой ученой деятельности... Ищешь правды, и я в п о л н е чувствую, что могу умереть, могу сгореть ища ее, но мне важно найти ее, эту правду, как бы горька, призрачна и скверна она ни была"¹. [16, с. 52].

Тщательный сбор фактического материала, своего рода "примат фактов", четкое изложение результатов научной работы и их объективная оценка были характерной чертой Вернадского-ученого. Они, вероятно, и способствовали тому, что выводы Вернадского, построенные на логике вещей, без всякого стремления подвести факты под понравившуюся теорию, как бы сами собой приводили его к крупным обобщениям и фундаментальным идеям. Работа начиналась со сбора научных фактов по заранее намеченной и обдуманной программе. На основе фактов строилось эмпирическое обобщение, затем оно анализировалось с разных точек зрения и только на этой основе выдвигалась теория или делался научный прогноз.

¹ Разрядка моя. — В.Н.

Сама "техника" научной работы Вернадского была "настроенной" на возможно более полный учет природных явлений, фактов, цифр. Заинтересовавшись тем или иным вопросом, Владимир Иванович записывал на отдельные небольшие листики и даже клочки бумаги (в те годы ее приходилось строго экономить) все, что находил в литературе на данную тему. Эти листики складывались в кабинете на столах в стопки. Таких стопок в результате работы накапливалось много, поскольку он, как правило, вел сбор материала по нескольким темам одновременно. Когда Вернадский решал, что тема достаточно исчерпана в собранных материалах, он начинал работу по ним над соответствующей статьей, главой или речью. Такой стиль работы сохранился до последних дней его жизни.

Всякого, кто начинает знакомиться с трудами Вернадского, поражает широта его научных интересов, глубина вклада в естествознание, в огромный комплекс наук о Земле, о жизни, о Космосе.

Мы можем коснуться здесь лишь малой части того, что сделано Владимиром Ивановичем за его долгую жизнь естествоиспытателя и мыслителя, — от работ по геологии и минералогии, до работ, посвященных живому веществу.

В 1888 г., находясь в научной командировке в Мюнхене, Владимир Иванович написал в письме к Наталье Егоровне: "Минералы — остатки тех химических реакций, которые происходили в разных точках земного шара; эти реакции идут согласно законам нам неизвестным, но которые, как мы можем думать, находятся в тесной связи с общими изменениями, какие претерпевает Земля как звезда. Задача — связать эти разные фазисы изменения Земли с общими законами небесной механики. Мне кажется, что здесь скрыто еще больше, если принять сложность химических элементов и неслучайность их группировки в группе так называемых редких элементов церитовой группы. Тогда происхождение элементов находится в связи с развитием солнечной или звездных систем, и "законы" химии получают совершенно другую окраску" [15, с. 84, 85]. Автору письма было 25 лет, но идеи, высказанные в нем, поставленная задача легли в основу всех его дальнейших работ. Задача эта решается и нынешними поколениями исследователей, будет она занимать умы ученых и в дальнейшем.

По возвращении из заграничной командировки, в 1890 г., Вернадский получил приглашение занять кафедру минералогии и кристаллографии в Московском университете. Здесь, в течение 20 лет развивалась как бы по восходящей спирали система его взглядов и идей о строении Вселенной.

В минералогии Вернадский произвел буквально революцию. Как сам он отметил: "Я был одним из немногих, построивших в то время преподавание минералогии не на статическом охвате Линнея, но на динамических представлениях о минералах в земной коре Бюффона... В.В. Докучаев впервые обратил мое внимание на динамическую сторону минералогии, изучение минералов во времени" [8, с. 6]. Отталкиваясь от этих "чужих" идей, Вернадский создал свой собственный фундамент грандиозного здания современной генетической минералогии, а затем геохимии и биогеохимии.

Генетическая минералогия и геохимия продолжают бурно развиваться

ся и в наши дни. Что касается биогеохимии, то время ее развития в духе идей В.И. Вернадского, очевидно, еще впереди.

В 1891 г. в магистерской диссертации "О группе силлиманита и роли глинозема в силикатах" Вернадский чисто умозрительно вывел теорию так называемого "каолинового ядра" (а позже — "хлоритоидного ядра") всех алюмосиликатных минералов. В отзывах современников она не получила ни положительной, ни отрицательной оценки. Во всяком случае она не была принята "на вооружение" большинством тогдашних минералогов мира. И только 30 лет спустя, когда принципиальная суть этой теории (наличие "Al-Si-O-ядер" или "алюмокремнекислородных тетраэдров", как мы именуем их сегодня) была подтверждена рентгеноструктурным анализом силикатов, два ученых — немецкий профессор Шибольд и знаменитый французский химик Ле Шателье назвали ее плодом гениальной интуиции Вернадского. Так же высоко расценивали ее позже академик Н.В. Белов и многие другие [17, с. 330].

О значении Вернадского-кристаллографа и кристаллохимика прекрасно написал В.С. Урусов: "... можно уверенно заключить, что только одних работ по различным разделам кристаллографии было бы вполне достаточно, чтобы считать В.И. Вернадского одним из виднейших кристаллографов России". Разбирая задуманную В.И. Вернадским серию работ по физической кристаллографии, где Вернадский предложил выделять особый вид энергии кристалла — энергию векториальную, В.С. Урусов также отметил: "В этом направлении мысли В.И. Вернадского намного обогнали свое время, настолько, что рассматриваемая серия работ прошла для современников и историков науки практически незамеченной". [17, с. 330]. Этими словами В.С. Урусов отмечает очень характерный для многих идей В.И. Вернадского факт, что далеко опередив свое время, они долгое время оставались в тени, а частично остаются и поныне, до того времени, когда общий уровень науки их догонит.

В 1909 г. на съезде русских естествоиспытателей и врачей, Вернадский выступил с речью: "Парагенезис химических элементов в земной коре" [1]. В этом докладе Вернадский дал таблицу природных изоморфных рядов химических элементов, которую можно назвать своего рода "таблицей Менделеева" для геологов, минералогов и кристаллохимиков. В этой статье есть удивительные строки, которые в свое время не произвели должного впечатления. Говоря об изучении "следов вещества", Вернадский пишет: "В каждой капле и пылинке вещества на земной поверхности по мере увеличения тонкости наших исследований мы открываем все новые и новые элементы. Получается впечатление микрокосмического характера их рассеяния. В песчинке или капле, как в микрокосме, отражается общий состав космоса. В ней могут быть найдены все те же элементы, какие наблюдаются на земном шаре, в небесных пространствах". [1, с. 80]. Ту же мысль повторяет Вернадский и в "Очерках геохимии", впервые опубликованных в Париже в 1924 г. [4]. "Одни и те же законы господствуют как в великих небесных светилах и в планетных системах, так и в мельчайших молекулах, быть может, даже в еще более ограниченном пространстве отдельных атомов." [12, с. 14]. В наши дни, т.е. спустя почти 70 лет, многие советские ученые эти положения стали называть "законом Вернадского".

1909—1911 годы ознаменовались выступлениями В.И. Вернадского по вопросам, связанным с проблемами радиоактивности. Вернадского недаром называют пророком атомного века. Первым в мире он оценил значение только что тогда (1896 г.) открытого радиоактивного распада химических элементов. Насколько известно из литературы, ученые Запада, впервые занявшиеся изучением проблемы атомного распада, отнесли к этому явлению как к абстрактной, далекой от повседневной жизни задаче. Вернадский первый и единственный понял, что это открытие может дать и чем может грозить человечеству. В речах и докладах 1909—1911 гг., неоднократно опубликованных, он писал о том, что человечество вступает в новый век лучистой — атомной энергии [10, с. 628]. Тогда же он ставил вопрос о необходимости составления "мировой карты радиоактивных минералов" [10, с. 627]. В те годы его призывы не были услышаны — настолько они казались надуманными, нереальными.

В дальнейшем наряду с работами в области минералогии, геохимии и биогеохимии Вернадский никогда не выпускал из поля зрения вопросы радиоактивности и поисков путей к овладению атомной энергией. Имея на прицеле именно эту мысль, В.И. Вернадский принимает участие в создании в 1922 г. в Петрограде Государственного радиевого института, становится его первым директором и руководит этим институтом до 1939 г.. Собираясь в 1922 г. выехать в Париж по приглашению ректора Сорбонны профессора Аппеля для чтения курса лекций по геохимии и заботясь о сохранении и развитии этого нового научного коллектива, Вернадский подал в Академию наук Записку, ясно говорящую о намеченной им направленности работы Радиевого института именно на овладение атомной энергией. Приводим некоторые абзацы из этой Записки.

"Организация Государственного радиевого института, завершившая работу, которая шла при Российской Академии наук с 1911 г., не может быть доведена до конца без тесной связи с аналогичной работой на Западе и без приведения его оборудования к уровню современных знаний... Радиевый институт должен быть сейчас организован так, чтобы он мог направить свою работу на овладение атомной энергией¹... Этого требует простой расчет и государственная предусмотрительность. И мне кажется, сохранение работы Радиевого института ... является в наше время одной из таких задач, которые государственная власть не может, без огромного, может быть, непоправимого вреда для дела откладывать. Я это утверждаю, потому что ясно сознаю возможное значение этой работы и возможный, мне кажется, в конце концов неизбежный переворот в жизни человечества при разрешении проблемы атомной энергии и ее практического использования" [15, с. 238]. Записка датирована 28 марта 1922 г., а в Предисловии к сборнику "Очерки и речи", опубликованному в том же году, Вернадский написал свое знаменитое предостережение: "Недалеко время, когда человек получит в свои руки атомную энергию, такой источник силы, который даст ему возможность строить свою жизнь, как он захочет. Сумеет ли человек воспользоваться этой силой, направить ее на добро, а не на самоуничтожение? Дорос

¹ Разрядка моя. — В.Н.

ли он до умения использовать ту силу, которую неизбежно должна дать ему наука?" [3, с. 2]. Это были прозрения, на десятки лет опередившие уровень мирового знания.

В 20-е годы наша страна, как и другие, не могла выделить для изучения проблем атомной энергии столько средств, сколько вложено было позже, начиная с середины 40-х годов. Да и общий уровень развития науки и техники в мире не позволял еще решать многие задачи, стоявшие на пути к овладению энергией атома. И тем не менее в 1934 г. в Государственном радиовом институте (РИАНе) началась постройка циклотрона, первого в нашей стране и крупнейшего в Европе. И.В. Курчатов часто приезжал в ИАН, помогал монтировать этот циклотрон (прибор Лоуренса) и позже провел на нем ряд оригинальных и важных исследований [13, с. 36]. В связи с пуском циклотрона в институте В.И. Вернадский так говорил о взаимосвязи наук: "Я горячо приветствую для всех теперь ясную необходимость связи физики с техникой, науки с техникой... Но техника не все и не главный стимулятор физической мысли. Главным и основным является изучение окружающей природы, реальности, космоса, научно построенного главным образом физикой" [7, с. 331].

Одно из ранних упоминаний термина "живое вещество", изучению свойств которого В.И. Вернадский посвятил долгие годы жизни, мы находим в его письме к Я.В. Самойлову от 9.VII 1908 г. "Много последнее время обдумываю в связи с вопросом о количестве живого вещества, о чем я говорил Вам раньше. Читаю по биологическим наукам. Масса для меня любопытного. Получаемые выводы заставляют меня задуматься. Между прочим, выясняется, что количество живого вещества в земной коре есть величина неизменная. Тогда жизнь есть такая же вечная часть космоса, как энергия и материя" [16, с. 221]. Это утверждение Вернадского о постоянстве количества (массы) живого вещества в земной коре проходит во всех его работах. Оно не раз вызывало возражения. В первом томе "Избранных сочинений" В.И. Вернадского, изданном в 1954 г., редактор пишет в примечании, что с этим положением "нельзя согласиться" [10, с. 191]. Однако, в 7-ом издании "Очерков геохимии", опубликованных в 1983 г., на с. 221 это утверждение Вернадского принимается уже без комментариев. То же самое можно сказать и о других примечаниях редактора к изданию 1954 г. Большинство из них в 7-ом издании редколлекцией снято, так же как и исправления, внесенные редактором в некоторые таблицы. По настоянию многих геологов (Вассоевича и др.), эти таблицы опубликованы так, как их составил сам Владимир Иванович в издании 1934 г. [6, 12].

Вплотную проблемой живого вещества В.И. Вернадский смог заняться лишь с 1917 г. В библиотеке Кабинета-музея В.И. Вернадского хранится написанная в 1943 г. для юбилейного сборника к 25-летию АН УССР статья "Из воспоминаний. Первый год Украинской Академии наук", где есть следующие записи: "Я убедился, что в основе геологии лежит химический элемент — атом, и что в окружающей нас природе — в биосфере — живые организмы играют первостепенную, может быть, ведущую роль. Исходя из этих идей, создались у нас и геохимия и биогеохимия... Я выяснил себе основные понятия биогеохимии, резкое отличие биосферы от других оболочек Земли, основное значение в ней размножения живого

вещества. . . Мне кажется теперь, что то простое и новое понятие о живом веществе как о совокупности живых организмов, которое мною внесено в геохимию, позволило мне избавиться от тех осложнений, которые проникают в современную биологию, где в основу поставлена ж и з н ь как противоположение к о с н о й м а т е р и и. . . Я ввел в геохимию понятие "живое вещество" как совокупность живых организмов, неразрывно связанных с биосферой, как неотделимая ее часть или функция." [19, с. 14].

В 1918—1920 гг. В.И. Вернадский был глубоко захвачен мыслями о живом веществе. Дневник тех лет полон записями о каждодневных занятиях этой темой. 27.XI 1919 г. ученый снова возвращается к вопросу о постоянстве массы живого вещества: "Сколько моих мыслей, действительно м о и х? Сколько их возникло из фактов или из чтения? . . . И сейчас для идеи о количественном постоянстве жизни я все нахожу новых предшественников. Можно дать связную картину людей, подошедших к этой идее. . . Нет ли истории этой идеи? Никто не проводил ее последовательно? Оказывала ли она то влияние на человеческую мысль, какая мне в ней видится?". Запись от 24.XI 1919 г.: "А впереди столько мыслей, столько новых достижений! И так ясен путь дальнейшей работы. Я хочу работать над "автотрофным человечеством"¹ — последней главой живого вещества". Запись от 24.I 1920 г.: "Я чувствую сейчас в себе силу и вижу, что могу дать человечеству новые идеи. Имела ли предшественников мысль об автотрофности человечества и стремлении к этому как к геологическому явлению?"

Запись от 29.I 1920 г.: "Если я не напишу сейчас своих "мыслей о живом веществе", эта идея не скоро еще возродится, а в такой форме — может быть и никогда. Неужели я ошибаюсь в оценке их значения и новизны в истории человеческой мысли?" [2, с. 18, 29, 69].

Этот дневник писался во время болезни В.И. Вернадского сыпным тифом в 1920 г. В течение трех недель он был без памяти; придя в себя, Владимир Иванович записывает в дневнике 9.III. 1920 г.: "Мне хочется описать странное состояние, пережитое мною во время болезни. В мечтах и фантазиях, в мыслях и образах мне интенсивно пришлось коснуться многих глубоких вопросов жизни и пережить как бы картину моей будущей жизни до смерти. . . Я поставил себе вопрос о моем положении как ученого. Я ясно сознаю, что я сделал меньше, чем мог. Что в моей интенсивной научной работе было много дилетантизма — я настойчиво не добивался того, что ясно знал, могло дать мне блестящие результаты. . . Подошла старость, и я оценил свою работу как работу среднего ученого, с отдельными выходящими за его время недоконченными мыслями и начинаниями. Эта оценка за последнее время претерпела коренное изменение. Я ясно стал осознавать, что мне суждено сказать человечеству новое в том учении о живом веществе, которое я создаю. . . Сейчас я сознаю, что это учение может оказать такое же влияние, как книга Дарвина, и в таком случае я, нисколько не меняясь в своей сущности, попадаю в первые ряды мировых ученых. Как все случайно и условно! Любопытно, что сознание, что в своей работе над живым веществом я создал новое учение и что оно представляет

¹ См. примеч. к с. 11.



другую сторону — другой аспект — эволюционного учения, стало мне ясным только после моей болезни, теперь. . . Главную часть мечтаний составляло, однако, мое построение моей жизни как научного работника, в частности проведение в человечество новых идей и научной работы в связи с учением о живом веществе. . . Основной целью моей жизни рисовалась мне организация нового огромного института для изучения живого вещества и проведение его в жизнь, управление им. Этот институт, международный по своему характеру, по темам и по составу работников, должен был являться типом тех новых могучих учреждений для научной работы, которые в будущем должны совершенно изменить весь строй человеческой жизни, структуру человеческого общества¹.

Место было выбрано на берегу Атлантического океана аналогично морским биологическим станциям в южных штатах С. Америки. . . Институт — огромное здание, расположенное недалеко от океана. . . Удивительно ярко рисовалось мне действие двух больших приборов, разлагавших организмы в количестве десятков тысяч кило. . . По идее работа этих приборов — одного для сухопутных, другого для морских организмов, должна была идти непрерывно, и штат химиков — по специальности — работал так, как работают астрономы в обсерваториях. Материал накапливался десятками лет. . . В течение немногих лет были получены числа состава семейств и групп организмов, подобранных по известному порядку, и в конце концов работа Института сразу поставила ряд новых задач для физиологии и биологии организмов, стала существенно влиять на ее приложение — в области медицины, техники, агрохимии. . . Помимо любопытнейших вопросов химического характера, одновременно велись работы и в другом направлении. Прежде всего над в е с о м организмов, причем пришлось вырабатывать методы и приемы. Этот вопрос вырешен. Затем над к о л и ч е с т в о м живого вещества в разных площадях земной поверхности. Тут выяснилось много неожиданного, и получились интересные приложения к жизни в смысле подъема урожайности и полей, и морей. Выяснилась неожиданная роль некоторых элементов в этом отношении. . . Внимание было обращено на энергетический учет сознания (работы человечества), и результаты этой работы. . . составляли предмет моей речи в день десятилетия Института” [2, с. 74—75].

К этому дневнику сохранились записи, сделанные рукой Натальи Егоровны под диктовку больного еще Владимира Ивановича, о составе лабораторий Института, научных сотрудниках, конкретных планах работ. Осуществить полностью свое намерение — построить большой институт по изучению живого вещества — В.И. Вернадскому не удалось. Но первые шаги по организации подобного научного центра были все же сделаны. В 1921 г. при Комиссии по естественным производительным силам страны (КЕПС) была организована маленькая лаборатория по изучению живого вещества. В 1928 г. она выделилась в самостоятельную Биогеохимическую лабораторию (Биогел), работы которой с первых дней, помимо разрешения чисто научных проблем, были направлены на задачи практические. В Биогел обращались за консультацией работники сельского

¹ Напомним, по аналогии, ту роль, которую играет в развитии ядерной физики созданный в нашей стране Объединенный институт ядерных исследований в Дубне.

хозяйства, животноводства, медицины. Научные сотрудники Вернадского выезжали в различные районы страны, чтобы на месте определить причины заболевания людей, животных, растений. В этих районах были обнаружены недостатки или избытки некоторых химических элементов в почвах и воде. В результате этих экспедиций оздоравливались целые районы. С тех пор идеи В.И. Вернадского о влиянии микроэлементов на живые организмы все дальше и глубже внедряются в повседневную практику нашей жизни. К работам Вернадского обращаются даже врачи-невропатологи и психиатры, ссылаясь на его труды и идеи в своих сугубо специальных исследованиях [14].

В заключение приведем один интересный документ, недавно обнаруженный М.С. Бастраковой в архиве В.И. Вернадского.

В 1930 г. при Биогеле был организован биоматематический кружок, который, по всей видимости, просуществовал недолго. На первом его заседании В.И. Вернадский выступил с речью, которую мы приводим в сокращенном виде:

”Открывая сегодня первое заседание нашего Биоматематического кружка, я хочу сказать несколько слов об обстановке его возникновения. Он создается по инициативе молодых работников нашей лаборатории, я, может быть, сам не решился бы это сделать в данный момент. Но в молодые руки должно перейти — по природе вещей — то дело, которое мною начато, и их инициатива должна иметь полное и свободное выражение.

Она вызвана тем сознанием первостепенного значения математического мышления — математического творчества, — которое охватывает всякого, кто входит в область геохимических проблем — проблем, касающихся естественной истории атомов. Особенно ярко это чувствуется, когда с геохимической точки зрения изучаются проблемы жизни.

Но эта инициатива вызвана и другим обстоятельством — тем ростом оценки важности математического мышления и творчества, которые наблюдаются нами в среде русских биологов. Несомненно, и создание центров биофизических в Москве и здесь (в Ленинграде. — *В.Н.*), и создание нашей Лаборатории — должно двигать мысль в этом направлении. . . Огромное изменение произошло в умах в этом отношении за последние 20—30 лет, и мы ярко это видим, если вдумаемся в историю вхождения биометрии в наши биологические дисциплины. . .

Нашей задачей должно быть ознакомление с происходящим сейчас вхождением в биологическую мысль математического мышления, с одной стороны, и с другой — с ознакомлением с теми математическими проблемами, которые ставятся нашей собственной работой изучением жизни с геохимической точки зрения. . .

Геохимия — основанная всецело на числе и мере, на количественном учете всех изучаемых явлений, стремится дать энергетическую их картину, в частности должна ввести их в энергетiku земной коры. Этим определяется ряд математических проблем, ее интересующих. На этом фоне должны изучаться и явления жизни в определенной части земной коры, в биосфере. Для них область суживается, но общие математические задачи остаются те же: энергетический охват биосферы. Жизнь вносит в эту огромную область, охватываемую математической мыслью, новое.

С одной стороны, изучение жизни в биосфере приводит нас к углублению

пространства в биосфере, занятого живыми организмами, их совокупностью — живым веществом. Она приводит к изучению учения о симметрии и связанного с ней, но не охватывающего его, понятия о диссимметрии.

С другой стороны, огромное значение явлений размножения живых организмов в геохимии ставит перед нами в первую очередь две области математических проблем: проблемы, связанные с математическим изучением биоценозов — основанные на изучении равновесий быстро и различно размножающихся автономных систем, и проблемы, связанные с законами размножения отдельных организмов, может быть, математически более простые, но тем не менее очень недостаточно математически выраженные. . . Несомненно, здесь придется считаться не только с приложением к этим проблемам математически готовых норм, приемов или формул — но к математическому творчеству — к их исканию.

Это, конечно, недоступно нам, и здесь нельзя идти без самого тесного контакта с математиками.

Но та новая постановка проблем, которая должна вытекать из математического охвата новых явлений природы, должна иметь значение и для математика, вызвать интерес в их среде; это исконный путь развития математического мышления, величайшей силы человеческого разума: математик исходит не только из логики, но и из новых задач, которые ему ставятся изучением природных явлений, в том числе и явлений жизни в возможно широком охвате.

Вопрос идет о сотрудничестве, где обе стороны выиграют.” [7].

Все перечисленные факты и документы свидетельствуют о том, что в трудах В.И. Вернадского, его дневниках, записках и письмах заложено столько свежих, оригинальных, полезных и нужных идей, что изучения их и разработки хватит еще на долгие годы последующим поколениям исследователей.

А B S T R A C T

The appraisal of V.I. Vernadsky's contribution to world science has been constantly increasing in the course of time. The article describes a style of work of the scientist, history of the radioactivity, animate matter and biogeochemistry research. The link between V.I. Vernadsky's scientific heritage and modern scientific problems is stressed.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Вернадский В.И.* Парагенезис химических элементов в земной коре. — В кн.: *Дневник XII съезда Русских естествоиспытателей и врачей (1909–1910)*, отд. I. М., 1910, с. 386.
2. *Вернадский В.И.* Дневник за 1919–1920 гг. — Архив АН СССР (ААН СССР), ф. 518, оп. 2, № 11.
3. *Вернадский В.И.* Очерки и речи. Пг.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1922. Вып. 1. 159 с.
4. *Вернадский В.И.* (Vernadsky W.) *La Géochimie*. Paris. Alcan, 1924. 404 p.
5. *Вернадский В.И.* Вступительное слово на заседании Биоматематического кружка Биогела 30.XII 1930 г. — ААН СССР, фонд 518, оп. 1, № 338 (Разрозненные черновики разных лет) л. 59.
6. *Вернадский В.И.* Очерки геохимии. 3-е изд. М.: Гос. науч. техн. горно-геол. нефт. изд-во, 1934, 380 с.
7. *Вернадский В.И.* Речь на Сессии АН СССР 18.III 1936 г. — Изв. АН СССР. ОМОН. Сер. физ., 1936, № ½. с. 330–333.

8. Вернадский В.И. Биогеохимические очерки. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. 250 с.
9. Вернадский В.И. Из воспоминаний. 1-й год Украинской Академии наук, 1943 г. — Б-ка Кабинета-музея В.И. Вернадского, инв. № 1454.
10. Вернадский В.И. Избранные сочинения. М.: Изд-во АН СССР, 1954. Т. 1. 696 с.
11. Вернадский В.И. Автотрофность человечества. — В кн.: Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии. М.: Наука, 1980, с. 228—245. (Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР; Т. 16).
12. Вернадский В.И. Очерки геохимии. 7-е изд. М.: Наука, 1983. 422 с.
13. Головин И.Н. И.В. Курчатов М.: Атомиздат, 1967. 110 с.
14. Доброхотова Т.А., Брагина Н.Н. Функциональная асимметрия и психопатология очаговых поражений мозга. М.: Медицина, 1977, с. 60, 62, 379.
15. Мочалов И.И. Владимир Иванович Вернадский (1863—1945), М.: Наука, 1982. 488 с.
16. Страницы автобиографии В.И. Вернадского. М.: Наука, 1981. 350 с.
17. Урусов В.С. Современный взгляд на значение ранних работ В.И. Вернадского в области кристаллографии и кристаллохимии. — Геохимия, 1983, № 3, с. 323—332.
18. Ферсман А.Е. Жизненный путь академика В.И. Вернадского. — Зап. Всерос. минерал. об-ва, 1946, ч. 75, № 1, с. 5—24.

УДК 001:574

И.И. Мочалов

НАСЛЕДИЕ В.И. ВЕРНАДСКОГО И СОВРЕМЕННАЯ НАУКА

Истории науки известно множество поистине великих ученых. Но значимость их научного наследия для последующих периодов развития науки далеко не всегда равноценна.

Труды одних, выполнив свое назначение, разрешив известный круг выдвинутых на определенном этапе развития науки проблем, в главном и основном становятся достоянием истории. Потомки воздают должное этим ученым, наследие их изучается, о них пишут книги. Но исследователи — историки, биографы отдают при этом себе отчет в том, что труды эти целиком или почти целиком принадлежат прошлому, хотя, разумеется, без этого прошлого невозможно было бы ни настоящего, ни будущего науки. Это — наиболее часто встречающийся и в известной мере типичный случай.

Но возможно, хотя это бывает значительно реже, иное. Великий ученый, как всякий смертный человек, уйдя из жизни, стал достоянием истории. Его жизненный путь мыслится нами — и принципиально не может мыслиться иначе — категориями прошедшего времени. Но наше отношение к трудам, к тому, что называют наследием ученого, принципиально иное: и интеллектуально, и эмоционально это наследие мы воспринимаем категориями не только прошлого, но также настоящего и даже будущего времени.

Именно с этим мы сталкиваемся, обращаясь к наследию Владимира Ивановича Вернадского. Среди историков науки первым, кто пронзительно подметил эту фундаментальнейшую черту наследия Вернадского, был его талантливейший ученик А.Е. Ферсман. В очерке, посвященном жизненному пути Вернадского, к работе над которым Ферсман приступил вскоре после кончины своего учителя, он писал:

„Десятилетиями, целыми столетиями будут изучаться и углубляться его гениальные идеи, а в трудах его — открываться новые страницы, служащие

источником новых исканий; многим исследователям придется учиться его острой, упорной и отчеканенной, всегда гениальной, но трудно понимаемой творческой мысли; молодым же поколениям он всегда будет служить учителем в науке и ярким образцом плодотворно прожитой жизни” [3, с. 787].

Владимир Иванович Вернадский — человек нашей исторической эпохи, эпохи крайне противоречивой, переломной и в развитии науки, и в развитии техники, и в развитии человечества в целом. И сама эпоха отразилась в его долгой жизни и во всем его творчестве как научном, так и философском, отразилась в целом в том, что сегодня мы называем н а с л е д и е м В е р н а д с к о г о.

Возникают вопросы — почему это произошло и произошло так, а не иначе? Другими словами, каковы те в значительной, но не исключительной степени субъективные обстоятельства, без наличия которых сам ”пусковой механизм” не мог бы быть приведен в действие и, следовательно, то явление, которое мы нередко называем теперь ф е н о м е н о м В е р н а д с к о г о, попросту говоря, не могло бы возникнуть?

Начну с того, на что чаще всего указывают — и указывают совершенно справедливо. Это поражающая, удивительная для ученого нашего времени — времени все возрастающей научной специализации — подлинно ломоносовская энциклопедичность Вернадского, ломоносовский размах его интересов, устремлений, размышлений. . . (Конечно, сама эта энциклопедичность озадачивает, в значительной степени она предвдывает далёко еще не разгаданную до конца загадку, и поэтому сама нуждается в объяснении. В этом смысле историкам науки, психологам, науковедам Владимир Иванович ”задал” немало работы, но, конечно же, вряд ли кто-нибудь из нас будет на него за это в претензии.)

Науки, научные концепции, направления, к которым так или иначе был причастен Вернадский — и которым в значительной степени благодаря е г о у с и л и я м мы приобщаемся сегодня и будем приобщаться завтра и послезавтра, — можно разбить на две группы.

К первой группе следует отнести те, которые были созданы исключительно благодаря его усилиям, либо в создании которых он принимал непосредственное участие. Всего таких наук и научных направлений, учений, концепций насчитывается одиннадцать.

Перечислим эти направления: 1) генетическая минералогия; 2) геохимия; 3) радиогеология; 4) учение о симметрии и диссимметрии как проявлений качественно различных состояний пространства — времени земных и космических тел и процессов; 5) учение о живом веществе — совокупности растительных и животных организмов — как геологическом факторе эволюции земной коры; 6) биогеохимия; 7) концепция биосферы; 8) учение о естественных производительных силах как естественноисторическом фундаменте социального развития; 9) концепция автотрофности человечества; 10) науковедение; 11) учение о ноосфере.

Все эти научные дисциплины и направления, естественно, качественно неравноценны. Среди них можно выделить такие, процесс становления которых в целом уже завершился (генетическая минералогия, геохимия и др.); далее те, которые еще переживают период своей молодости (учение о живом веществе, концепция биосферы и др.); наконец, такие направле-

ния, которые четко еще не оформились и расцвет которых, выявление всех заложенных в них потенциальных возможностей, принадлежат будущему (концепция автотрофности человечества, учение о ноосфере и др.).

Ко второй группе относятся те науки и научные направления, в создании которых Вернадский непосредственного участия не принимал, но в их разработку и развитие тем не менее им внесен вклад непреходящей ценности.

Это — геометрическая кристаллография, кристаллофизика, кристаллохимия, теория строения силикатов, общая (теоретическая) геология, учение о газовом режиме Земли, география, почвоведение, история природных вод, гидрология, гидрогеология, гидрохимия, общая (теоретическая) биология, космическая биология, экология, космическая химия, радиохимия, метеоритика и проблемы космической пыли, проблемы космологии, история науки и научного мировоззрения, учение о геологической роли человечества, философские проблемы естествознания.

Дело, однако, не только и, пожалуй, даже не столько в количестве в той или иной степени охваченных гением Вернадского наук и научных направлений, сколько в их к а ч е с т в е: это науки фундаментальные, непосредственно относящиеся к самому пониманию окружающего нас мира и нас самих, а значит, оказывающие прямое воздействие на формирование нашего научного мировоззрения.

Сам Владимир Иванович прекрасно отдавал себе в этом отчет и всю свою сознательную жизнь упорно работал — не только как естествоиспытатель, но и как мыслитель, философ — над развитием современного научного мировоззрения. И здесь он также поражает нас широтой охвата фундаментальных философских проблем.

В декабре 1910 г., выступая на Общем собрании Академии наук со своей знаменитой речью "Задача дня в области радия", Вернадский подчеркивал, что всегда в эпохи научных революций, взрывов научного творчества, существенно менялось научное мировоззрение.

"Всегда в такие времена, — говорил он, — менялась картина мира, резко изменялся строй представлений человечества об окружающем.

Эти представления неизбежно неоднородны. Можно и должно различать несколько рядом и одновременно существующих идей мира. От абстрактного механического мира энергии или электронов — атомов, физических законов — мы должны отличать конкретный мир видимой Вселенной — природы: мир небесных светил, грозных и тихих явлений земной поверхности, окружающих нас всюду живых организмов, животных и растительных. Но за пределами природы огромная область человеческого сознания, государственных и общественных групп и бесконечных по глубине и силе проявлений человеческой личности — сама по себе представляет новую мировую картину.

Эти различные по форме, взаимно проникающие, но независимые картины мира сосуществуют в научной мысли рядом, никогда не могут быть сведены в одно целое, в один абстрактный мир физики или механики... Сведения всего окружающего на стройный или хаотический мир атомов и электронов... никогда не могло бы удовлетворить человеческое сознание, ибо в мире нам ценно и дорого не то, что охватывается разумом; и чем ближе к нам картина мира, тем дальше отходит научная ценность абстрактного объяснения" [1, с. 35–36].

С полным основанием мы можем сказать теперь, что выделяемые Вернадским вторая и третья научные картины мира — естественноисторическая, с одной стороны, и гуманитарная — с другой, — картины, действительно, наиболее близкие к нам и в известном смысле в нас самих проникающие, находящиеся в состоянии постоянного обновления и динамики. Эти картины мира, по существу, наиболее полно были охвачены творчеством самого Вернадского, именно им в значительной степени была вскрыта их фундаментальная диалектическая природа. Понятно, что дальнейшее развитие этих картин мира отныне уже не может мыслиться, а объективно просто становится невозможным, если при этом оставляются в стороне, не принимаются во внимание те фундаментальные результаты, которые были получены Вернадским.

Три основные особенности ярко проявились как в научном творчестве, так и в философских поисках Владимира Ивановича — особенности, наиболее глубоко характеризующие процесс развития современной науки и основанного на ее данных диалектико-материалистического мировоззрения, что в совокупности придает наследию Вернадского остросовременный характер. Эти особенности уже получили в нашей литературе достаточно полное освещение, поэтому ограничимся тем, что просто перечислим их.

Это, во-первых, всесторонняя космоизация научного познания; во-вторых, синтез естественных и гуманитарных наук, движение к тому идеалу человеческого естествознания, о котором еще упоминал К. Маркс; в-третьих, превращение науки в глобальном, планетарном масштабе в непосредственную производительную силу.

Наследие Вернадского продолжает сохранять свою ценность по сегодняшнему дню не в последнюю очередь благодаря также и тому, что Владимир Иванович был не только теоретиком, мыслителем, философом, но также и практиком в широком смысле. Он был человеком действия. Научные учреждения, которыми он руководил и в создании которых принимал участие — Академия наук Украины, Радиевский институт, Биогеохимическая лаборатория АН СССР (ныне Институт геохимии и аналитической химии), Комитет по метеоритам, Комиссия по истории знаний АН СССР (ныне Институт истории естествознания и техники) и другие, — существуют и развиваются, они также составляют неотъемлемую часть наследия Вернадского.

Наука во всех, так сказать, своих ипостасях — и как система знаний, и как способ деятельности, и как социальный институт — отразилась в наследии Владимира Ивановича, причем отразилась в глобальном, подлинно всемирно-историческом масштабе. В значительной степени по этой причине наследие Вернадского представляет для нас сегодня огромную гуманитарную ценность, а сам он предстает перед нами как выдающийся ученый-гуманист нашего времени.

Так, не кто иной, как именно Вернадский, еще в годы первой мировой войны чутко уловил созревание острейшего кризиса морального сознания в среде ученых в связи с античеловеческими применениями научных достижений в целях разрушения и массового убийства людей; не кто иной, как именно он, со всей остротой еще в 1915, а затем в 1922 гг. поставил вопрос о реальности, грозящей человечеству, — страшной опасности того, что сейчас иногда называют ядерным омницидом, т.е. всеобщим самоуничтожением в мировой термоядерной войне, подчеркнув особую социальную и нравствен-

ную ответственность, ложащуюся на ученых в этой критической ситуации; и, наконец, не кто иной, как именно Вернадский, в 1938 г., в канун второй мировой войны, пророчески предсказал, что возникшее в ученой среде и неудовлетворенное чувство моральной ответственности за происходящее и убежденность ученых в своих реальных для действий возможностях не могут сойти с исторической арены без попыток своего осуществления.

И действительно, созданной вскоре после окончания второй мировой войны Всемирной федерацией научных работников принимаются Устав и Хартия, по своей антимилитаристской и социально-этической направленности удивительно созвучные размышлениям Владимира Ивановича, своими корнями уходящим еще к 1914—1915 гг. Некоторое время спустя появляется знаменитый манифест Рассела—Эйнштейна—Жолио-Кюри, начинает набирать силу и приобретает все больший международный авторитет Пагоушское движение ученых, в различных странах создаются антивоенные организации научных работников, врачей, деятелей культуры. Сам ход истории, очевидно, уже в недалеком будущем с еще большей убедительностью подтвердит полную обоснованность как тревог и опасений Владимира Ивановича, так и его надежд на лучшее будущее — то будущее, в созидании которого выдающееся место по праву принадлежит и в еще большей степени будет принадлежать подлинным ученым-гуманистам, осознавшим свою личную ответственность за судьбы человечества.

В этом общечеловеческом, гуманитарном аспекте наследие Вернадского имеет для современной науки подлинно и н т е р н а ц и о н а л ь н о е значение. Эта интернациональная значимость наследия Владимира Ивановича тем более глубока и основательна, что своими корнями она теснейшим образом связана с фактами его личной биографии.

Путь Вернадского в науке отмечен постоянно расширявшимися интернациональными связями. В Чехословакии, Польше, Франции, Италии, США, Англии, Германии, Норвегии, Индии, Японии и других странах у него были единомышленники и последователи, с которыми он поддерживал контакты во время зарубежных поездок путем переписки и обмена идеями в печати.

Интерес к богатейшему наследию ученого за последние годы неуклонно возрастает не только в нашей стране, но и за рубежом.

Творчество Вернадского — живое воплощение преемственности развития отечественного естествознания XIX—XX вв. Виднейший представитель школы В.В. Докучаева, своего непосредственного учителя и наставника, ученик Д.И. Менделеева, А.Н. Бекетова, А.М. Бутлерова, А.И. Воейкова, лекции которых он слушает в 80-е годы прошлого столетия в Петербургском университете, Вернадский стал основоположником самостоятельной школы в ряде наук о Земле.

Среди многочисленных, насчитывающих сотни натуралистов, учеников Вернадского, в частности, такие выдающиеся естествоиспытатели, как академики А.Е. Ферсман, В.Г. Хлопин, А.П. Виноградов, ставшие, в свою очередь, основателями новых научных направлений, руководителями крупных исследовательских коллективов. Ныне научная школа Вернадского подобна мощному плодоносящему дереву: она находится в постоянном развитии, проблематика ее обогащается, внутри нее появляются новые ответвления и направления научного поиска.

Так, в пределах генетической минералогии плодотворно развиваются

такие направления, как экологическая, функциональная (динамическая), историческая и эволюционная минералогия. Для геохимии также характерно возникновение разделов, вырастающих в целые научные направления и науки (гидрогеохимия, ядерная геохимия, геохимия ландшафта, геохимия почв, геохимическая экология, термобарогеохимия, прикладная геохимия и др.). Наука об истории природных вод вызвала к жизни палеогидрогеологию с такими ее основными ответвлениями, как палеогидрохимия, палеогидрогеология, региональная палеогидрогеология, общая палеогидрогеология, палеорадиогидрогеология, учение о геологической истории природных вод. В радиогеологии дальнейшее развитие получили ядерная геохронология, учение о роли радиоактивных элементов в истории Земли. Обогащаются и развиваются представления Вернадского о факторах геологической эволюции, роли живого вещества, совокупностей животных и растительных организмов в планетарных процессах, учение о биосфере и ноосфере, геологической роли человека.

Ныне школа Вернадского вышла далеко за пределы нашей страны — процесс, достаточно четко обозначившийся еще при жизни ученого. Под непосредственным влиянием идей Вернадского в ряде стран интенсивно развиваются, например, исследования в области биогеохимии, учения о биосфере (Франция, США и др.).

Несомненно и плодотворно влияние научного наследия Вернадского на историков науки и общества, философов, экологов, науковедов.

Неуклонно возрастает количество учеников Владимира Ивановича. Видный советский биолог и эколог М.М. Камшилов в одной из своих работ 1970 г. писал: "Я не был знаком с академиком Владимиром Ивановичем Вернадским, тем не менее считаю себя учеником и последователем этого замечательного ученого" [4, с. 8]. На сегодня мы с полной уверенностью можем утверждать, что эти слова выражают собой не некий редко встречающийся, исключительный случай, но, напротив, общее правило.

Время раскрывает все новые аспекты и грани творческого наследия Вернадского. Так, совсем недавно по-новому были прочитаны забытые или почти забытые труды Владимира Ивановича по кристаллографии, была показана актуальность и перспективность ряда высказанных в них идей. Подтвердилась и одновременно наполнилась новым содержанием относящаяся еще к 1912 г. замечательная концепция—гипотеза Владимира Ивановича о "гелиевом дыхании" Земли.

Оставленное ученым и мыслителем творческое наследие может представлять для потомков ценность в тройном смысле: как источник еще нерешенных проблем; как источник определенной достоверной информации; и, наконец, как методологический ориентир на пути движения к новому знанию. Возьмем ли мы биогеохимию, или концепцию биосферы, или любое другое научное направление, обязанное своим возникновением трудам Вернадского, легко убедиться, что его ценность для науки настоящего и будущего выступает одновременно в этих трех аспектах.

Нередко это может оказаться справедливым применительно не только к направлениям широкого масштаба, но и к более частным концепциям, например упомянутой выше концепции — гипотезе "гелиевого дыхания" Земли (Судьба этой концепции в истории отечественного естествознания весьма любопытна; подробнее см. [5]).

Что же касается тех или иных идей, которыми, как это хорошо известно, столь богато наследие Вернадского, то их проблемное и одновременно методологическое значение для науки сегодняшнего и завтрашнего дня не может быть переоценено. Сам Владимир Иванович в 1922 г. писал в этой связи: "Из истории знания — и из своего внутреннего опыта — я знаю, какие неожиданные последствия бывают от случайных, необработанных, отдельно брошенных мыслей, если они коснутся воли и мысли искренней человеческой личности в нужный момент. Один такой случай оправдывает нередко труд жизни" [2, с. III].

Словом, не опасаясь впасть в преувеличение, можно сказать, что наше путешествие по обширному творческому наследию Вернадского продолжается. И нет никакого сомнения в том, что уже в ближайшем будущем на этом пути нас ожидает много увлекательных, порой неожиданных, но всегда радостных открытий.

А B S T R A C T

Sciences and scientific trends created by V.I. Vernadsky make an organic part of the modern scientific picture of the world featuring the universalization of scientific knowledge, syththesis of natural and humanitarian sciences and transformation of the science into the productive force of man. The article describes the development of V.I. Vernadsky's school in various branches of knowledge.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Вернадский В.И.* Задача дня в области радия. — В кн.: В.И. Вернадский. Очерки и речи. Пг.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1922, вып. 1, с. 31–44.
2. *Вернадский В.И.* Предисловие. — В кн.: В.И. Вернадский. Очерки и речи. Пг.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1922, вып. 1, с. I–III.
3. *Ферсман А.Е.* Жизненный путь академика Владимира Ивановича Вернадского. — В кн.: А.Е. Ферсман. Избр. тр. М.: Изд-во АН СССР, 1958, т. 5, с. 787–805.
4. *Камшилов М.М.* Биотический круговорот. М.: Наука, 1970. 80 с.
5. *Бородзич Э.В., Еремеев А.Н., Яницкий И.Н.* Газовое дыхание Земли. — Природа, 1983, № 2, с. 18–22.

ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕХОДА БИОСФЕРЫ В НООСФЕРУ

УДК 574

А.Л. Яншин

В.И. ВЕРНАДСКИЙ И ЕГО УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ И ПЕРЕХОДЕ ЕЕ В НООСФЕРУ

"Задача человека заключается в доставлении наивозможно
большой пользы окружающим..."

В.И. Вернадский [7]

Мы живем в сложное и интересное время. Человечество стоит на пороге XXI столетия. С чем мы подходим к нему? Что мы захватим с собой в новое столетие? Идеи каких ученых подхватят и будут развивать неистово и одержимо? Весьма трудно ответить на эти вопросы. Я не берусь назвать все эти имена сейчас, но я совершенно убежден, что это будет добрый десяток имен, среди которых, несомненно, будет имя Владимира Ивановича Вернадского, вся жизнь которого была борьбой "свободной мыслящей человеческой личности" за человека, за его светлую жизнь на планете Земля. Всей своей научной деятельностью академик В.И. Вернадский доказал правильность гениальной мысли К. Маркса, который еще в 40-е годы XIX в. писал о том, что "...естествознание утратит свое абстрактно-материальное или, вернее, идеалистическое направление и станет основой *человеческой* науки, подобно тому как оно уже теперь — хотя и в отчужденной форме — стало основой действительно человеческой жизни, а принимать *одну* основу для жизни, другую для *науки* — это значит с самого начала допускать ложь"¹.

Науке во имя человека и для человека посвятил всю свою "искреннюю" жизнь Владимир Иванович. Он сумел увидеть Землю из космоса за полвека до первого космического полета, увидел, что "человек впервые становится геологической силой, меняющей лик нашей планеты".

Владимир Иванович Вернадский шел в науке своим путем. Во время бурного процесса специализации, свойственного науке XX в., не будучи лишь геологом, или биологом, или историком, или астрономом, он воплощал лучшие черты натурфилософов XVIII столетия, которые пылливо стремились проникнуть в суть природы, разрабатывая методы ее научного познания. Его всеобъемлющий ум напоминает нам Аристотеля, Леонардо да Вин-

¹Маркс К., Энгельс Ф. Из ранних произведений. М.: Госполитиздат, 1956, с. 595.

чи, Ломоносова, Бюффона, Гумбольдта. И наше восхищение им становится еще больше, когда мы узнаем, как он шел к "созданию себя", узнаем о его нелегкой жизни, о его научных исканиях и открытиях.

* * *

Владимир Иванович Вернадский родился в семье профессора политической экономии Петербургского технологического института и Александра Ровского лица 28 февраля (12 марта н.ст.) 1863 г. Раннее детство Владимира Ивановича прошло в Харькове, куда семья переехала после болезни отца. В 1873 г. мальчик поступил в гимназию. Учился он легко и охотно, но не слишком усердно, дома много читал, очень любил размышлять обо всем на свете, узнавать о Земле и о происхождении человечества. Большую роль играли его беседы с отцом и дядей Евграфом Максимовичем Короленко, людьми высокообразованными. Их волновали проблемы, связанные с жизнью каждого человека и всего человечества; они были против любой формы закабаления человека и вели с мальчиком беседы о чести, благородстве, о необходимости помогать ближним, делать людям добро, для чего следует быть сильным и мужественным. "В семье был культ декабристов и резко отрицательное отношение к самодержавию и крепостному праву", — вспоминал позднее Владимир Иванович [14—15, с. 29].

В общении с родными и друзьями формировался духовный облик естествоиспытателя, вырабатывался его нравственный идеал. Он видел этот идеал в том, чтобы сделать возможно больше хорошего, честного, высокого, чтобы умирая, можно было сказать: "Я сделал все, что мог сделать. Я не сделал никого несчастным. Я постарался, чтобы после моей смерти к той же цели на мое место стало много таких же, нет — лучших работников, чем каким был я" [1].

В 1876 г. семья переехала в Петербург. В 1881 г. он окончил гимназию; именно в этом году он прочитал с большим увлечением книги А. Гумбольдта "Космос" и "Картины природы" в оригинале. Эти книги не могли не повлиять на научное мировоззрение В.И. Вернадского. Нелегко было Владимиру Ивановичу сделать выбор своей будущей специальности: с одной стороны, на него влияли гуманитарные интересы, которые были сильны в их семье, с другой — все более укреплялись собственные, естественнонаучные.

Жажда новых знаний, радость освобождения от затхлых рамок гимназии толкали Владимира Ивановича посещать лекции не только на естественном отделении физико-математического факультета Петербургского университета, куда он поступил в 1881 г., но и на других факультетах.

Университет был в эти годы средоточием цвета русской мысли: Д.И. Менделеев, В.В. Докучаев, Н.А. Меншуткин, А.Н. Бекетов, А.С. Фаминцын, Н.П. Вагнер и др. Студенты университета воочию видели жизнь науки, борьбу мнений, рождение открытий и возможности проникновения в новые тайны природы.

По совету В.В. Докучаева Владимир Иванович занялся минералогией и кристаллографией; посещение лекций Д.И. Менделеева способствовало размышлениям об особенностях химии планеты.

Его всегда интересовала общественная жизнь. Он был членом студенческого товарищества, моральные принципы которого сложились под влия-

янием воззрений Л.Н. Толстого, его представлений о добре и истине, о долге. Здесь он познакомился с А.И. Ульяновым, который был секретарем студенческого научно-литературного общества. Казнь Александра Ульянова в 1887 г. потрясла Вернадского.

В 1885 г. В.И. Вернадский окончил университет. Началась его самостоятельная жизнь.

Он много путешествовал: научные экскурсии по Европе, осмотр музеев в Париже, IV Международный геологический конгресс в Лондоне, работа в Британском музее, экскурсии по Уэльсу, работа в Мюнхене и снова Париж. В 1890 г. его пригласили работать в Московский университет. 20 лет продолжалось преподавание в нем В.И. Вернадского. За это время кафедра минералогии ежегодно обогащалась новыми образцами, приборами и книгами. Но преподавание было лишь одной стороной деятельности Владимира Ивановича; другой ее стороной была научная работа. В совместной работе студентов и преподавателей сложилась "школа" Вернадского. Работы их часто печатались в "Бюллетене", издаваемом Московским обществом испытателей природы — старейшей общественной научной организацией России, активным членом которой был В.И. Вернадский. В этот период он увлекся и изучением истории науки. Оставаясь мыслителем, ученым-профессионалом, преподавателем, Вернадский всегда был в гуще событий в стране; он принимал близко к сердцу все невзгоды и трудности, выпадавшие на долю Родины. В 1911 г. он вместе с другими профессорами (К.А. Тимирязевым, Н.Д. Зелинским, П.Н. Лебедевым, Н.А. Умовым и др.) покинул Московский университет в знак протеста против антидемократических действий правительства в отношении университета и переехал в Петербург для работы в Академии наук. Когда после Великой Октябрьской социалистической революции всем ушедшим в 1911 г. профессорам было предложено вернуться в Московский университет, Вернадский остался на работе в Академии. Отношение Владимира Ивановича к Академии всегда было уважительным; он видел в ней могучую силу, цель которой — служить человечеству, обогащать его новыми знаниями и открытиями.

В Петербурге В.И. Вернадский реорганизовал Минералогический музей Академии наук, продолжил радиогеологические исследования и экспедиции, изучение закономерностей газового дыхания Земли. Ученик В.И. Вернадского, видный советский геолог А.А. Сауков так сказал о его деятельности: "Минералогию он реформировал, геохимию наполнил содержанием, биогеохимию и радиогеологию создал" [17, с. 102].

Когда началась первая мировая война, В.И. Вернадский писал о необходимости работать не покладая рук и усиливать творческую и производственную работу населения. В 1915 г. по предложению пяти академиков (В.И. Вернадский, Б.Б. Голицин, А.П. Карпинский, Н.С. Курнаков и Н.И. Андрусов) при Академии Наук была создана постоянная Комиссия по изучению производительных сил России (КЕПС) во главе с В.И. Вернадским. Академия встала на путь прикладной деятельности, что было столь важно в военное время. В результате работы Комиссии началась добыча русского бора, алюминия, висмута, был создан ряд институтов. Но Вернадский продолжал и чисто исследовательские работы, накапливая материал по радиоактивным минералам, геохимии, вопросам роли живого вещества в геохимических процессах.

После Великой Октябрьской социалистической революции Владимир Иванович способствует созданию Украинской Академии наук, он стал ее первым президентом. Расширилось и поле научной деятельности В.И. Вернадского. В Петрограде он продолжал исполнять обязанности директора Геологического и Минералогического музеев, председателя Совета КЕПС, затем он принял активное участие в организации Радиевого института. В 1922 г. Владимир Иванович выехал во Францию читать курс геохимии в Парижском университете, а в начале 1926 г. снова вернулся в Ленинград и вновь стал работать председателем КЕПС, директором Радиевого института и председателем Комиссии по истории знаний Академии наук СССР.

Годы, казалось, не были властны над ученым. С пылкостью юноши он брался за новые труднейшие проблемы, выдвигал новые идеи, работал над новыми книгами и статьями по истории минералов, о природных водах, круговороте веществ и газах Земли, о космической пыли, геотермии, проблеме времени в современной науке и геохимической деятельности живого вещества. В 1928 г. им была организована Биогеохимическая лаборатория Академии наук СССР.

В 1937 г. Владимир Иванович в последний раз выступил на Международном геологическом конгрессе в Москве с докладом: "О значении радиогеологии для современной геологии".

Трудной была жизнь Владимира Ивановича на рубеже 40-х годов. Все больше давали себя знать возраст, болезни, пережитое. Но он продолжал оставаться на переднем крае науки: обдумывал основные положения своего учения о ноосфере, руководил работой Комитета по метеоритам, вел исследования по применению изотопов, много работал над урановой проблемой. Он придавал огромное значение использованию ядерной энергии в мирном созидательном труде на благо общества.

Практические приложения научных знаний постоянно находились в поле зрения ученого. В его понимании наука лишь тогда в полной мере осуществляла свое назначение, когда обращалась непосредственно к человеческим нуждам и потребностям. В частности, он пропагандировал целебные свойства радия и способствовал внедрению в медицинскую практику соответствующих методов лечения. Совместно со своими учениками В.И. Вернадский многое сделал для выявления причин и искоренения в нашей стране эндемичных заболеваний. В трудах по биогеохимии и живому веществу он обращался к вопросам экологии и сельскохозяйственного производства. Вместе с сотрудниками наметил новые методы поисков полезных ископаемых.

Путь В.И. Вернадского в науке отмечен постоянно расширяющимися интернациональными связями. В Чехословакии, Польше, во Франции, Италии, США, Англии, Германии, Норвегии, Японии, Индии и других странах у Вернадского были единомышленники и последователи, с которыми он поддерживал контакты во время зарубежных поездок, переписывался и обменивался идеями.

Когда Великая Отечественная война прервала мирный труд нашего народа, Вернадский обратился по радио к английским ученым и говорил о тесных связях русских и английских ученых, о своем глубоком убеждении, что общий враг будет разбит и справедливость восторжествует. Он верил, что "союз науки и культуры двух стран мира ... создаст условия для счастливого расцвета науки и культуры во всем мире" [18].

Академия наук СССР была эвакуирована из Москвы, и Владимир Иванович прожил два года в Казахстане, неустанно продолжая свою работу над книгой "Химическое строение биосферы Земли и ее окружения" [6]. В конце августа 1943 г. Владимир Иванович вернулся в Москву. После смерти жены, своего друга и помощницы, он стал одинок, но по-прежнему много работал. Он верит, что после войны "моральное значение в мировой среде русских ученых должно сильно подняться" [16, с. 89]. Близилась победа, но возраст, переживания, связанные с войной, сильно отражались на здоровье Владимира Ивановича. Последовало воспаление легких, а затем кровоизлияние, которого он не перенес. 6 января 1945 г. Владимир Иванович скончался.

* * *

Академик Владимир Иванович Вернадский — великий русский ученый, естествоиспытатель и мыслитель. Он — один из основоположников геохимии, учения о биосфере и ее организованности, учения о переходе биосферы в ноосферу.

Виднейший представитель школы В.В. Докучаева В.И. Вернадский явился основателем советской геохимической школы: среди многочисленных, насчитывающих сотни натуралистов, учеников В.И. Вернадского такие выдающиеся естествоиспытатели как академики А.Е. Ферсман, В.Г. Хлопин, А.П. Виноградов.

Ныне школа В.И. Вернадского вышла далеко за пределы нашей страны — процесс, достаточно четко обозначившийся еще при жизни ученого. Под непосредственным влиянием его идей в ряде стран интенсивно развиваются, например, исследования в области биогеохимии, учения о биосфере (Франция, США и др.). Несомненно и плодотворно влияние научного наследия В.И. Вернадского на историков науки и общества, философов, социологов, экологов, науковедов.

В истории отечественного и мирового естествознания убежденный материалист В.И. Вернадский является одним из пророков современной научно-технической революции. Его гению суждено было увидеть и понять космопланетарную роль научной мысли как новой геологической силы, "меняющей лик нашей планеты", единство социально-исторических и естественно-исторических законов эволюции человечества и предсказать будущее нашей планеты — переход биосферы в ноосферу. Еще в 1922 г. В.И. Вернадский писал: "Недалеко время, когда человек получит в свои руки атомную энергию, такой источник силы, который даст ему возможность строить свою жизнь, как он захочет... Сумеет ли человек воспользоваться этой силой, направить ее на добро, а не на самоуничтожение? Дорос ли он до умения использовать ту силу, которую неизбежно должна дать ему наука?" [8, с. 2]. Творчество самого В.И. Вернадского во многом дало ответы на эти вопросы.

Им созданы: учение о неизбежной в будущем автотрофности человечества, освобождении его (с помощью новой технологии на основе синтеза органических соединений из неорганических) от необходимости получать многие важные для жизни продукты, исконно поставляемые растительными и животными организмами; учение об изотопии и молекулярной сим-

метрии; поставлена проблема о взаимодействии косного и живого вещества в условиях Земли и космического пространства; развито учение о новых источниках энергии (солнечно-космических) и их роли в эволюции живого вещества. Эти новые научные направления открывают широкие перспективы сегодня и позволяют оптимистически смотреть в будущее и верить в преодоление столь распространенных ныне, зловеще угрожающих прогнозов экологических, энергетических и других мировых кризисов.

Идут годы, но интерес к творчеству В.И. Вернадского не ослабевает. Обнаруживается, что успешное разрешение выдвинутых в современную эпоху на передний план многообразных глобальных проблем, экологических в том числе, невозможно без обращения к учению В.И. Вернадского с биосфере и ноосфере.

УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ¹

Учение о биосфере Земли является одним из крупнейших и наиболее интересных обобщений В.И. Вернадского в области естествознания.

В.И. Вернадский был человеком щепетильнейшим в вопросах научной этики. Поэтому он в различных своих работах указывает, что термин "биосфера" принадлежит не ему, что этот термин впервые был употреблен еще в начале прошлого века Жаном Батистом Ламарком, а определенный геологический смысл вложил в него в 1875 г. австрийский ученый Эдуард Зюсс. Однако связанное с этим термином законченное учение создал не Ламарк, не Зюсс, а именно Владимир Иванович Вернадский.

Основные его идеи по этой проблеме сложились в начале нашего столетия; он излагал их во время своих лекций в Париже. В 1926 г. они были опубликованы в книге "Биосфера" [9], которая состоит из двух очерков. Первый из них он озаглавил "Биосфера в космосе", а второй — "Область жизни". После этого различные стороны учения о биосфере рассматривались В.И. Вернадским во многих статьях и в большой, опубликованной только через 20 лет после его смерти монографии "Химическое строение биосферы Земли и ее окружения" [16].

Изложим кратко некоторые, самые основные положения учения Вернадского о биосфере.

Прежде всего В.И. Вернадский определил пространство, охватываемое биосферой Земли: это вся гидросфера до максимальных глубин океана, верхняя часть литосферы материков до глубины 2—3 км (на таких глубинах в подземных водах еще встречаются живые микроорганизмы) и нижняя часть атмосферы по крайней мере до верхней границы тропосферы. В ранних работах В.И. Вернадский определил биосферу как область земли, охваченную жизнью, но потом отказался от этого термина, поскольку слово "жизнь" может пониматься в разных аспектах. Он ввел в науку интегральное понятие о "живом веществе" и стал называть биосферой область существования на Земле "живого вещества". Он собрал, проанализировал все существовавшие данные для определения суммарного веса этого вещества и пришел к выводу, что сейчас на нашей планете оно составляет величину от 10^{20} до 10^{21} г, т.е. от 1000 до 10 000 триллионов тонн.

¹ Более подробно учение В.И. Вернадского о биосфере изложено в статье Б.С. Соколова.

В.И. Вернадским был тщательно исследован энергетический баланс различных планет Солнечной системы, и особенно вопрос о величине тепловой и электромагнитной энергии, получаемой Землею от Солнца. Она оказалась равной $170 \cdot 10^{12}$ кВт. Далее он рассмотрел биосферу как область превращения этой космической энергии, выяснил закономерности распространения "живого вещества" в биосфере, изучил количественные закономерности размножения различных таксономических групп организмов и геохимическую энергию "живого вещества", прибегая где это возможно к выведению математических формул изучавшихся им процессов.

Очень интересны некоторые чисто биологические выводы В.И. Вернадского. Так, после детального исследования роли газов в жизненных процессах он пришел к заключению, что "в мире организмов, в биосфере идет жесточайшая борьба за существование — не только за пищу, но и за нужный газ, и эта последняя борьба более основная, так как именно она нормирует размножение. Дыханием определяется максимальная возможная геохимическая энергия жизни на гектар площади" [9, с. 35].

Много внимания в своих работах по биосфере В.И. Вернадский уделял зеленому живому веществу растений, потому что только оно автотрофно, только оно способно захватывать лучистую энергию Солнца и с ее помощью создавать первичные органические соединения. Рассмотрев объем и энергетические коэффициенты различных групп растительности, В.И. Вернадский пришел к выводу, что "зеленые протисты-океана являются главными трансформаторами солнечной энергии в химическую энергию нашей планеты", причем этого результата зеленое органическое вещество моря достигает благодаря высокой скорости размножения [9, с. 37]. Надо сказать, что более поздние подсчеты конца 70-х годов показали, что роль зеленого планктона океанов В.И. Вернадский несколько переоценил. В современную эпоху три четверти первичных органических соединений создает автотрофная растительность континентов и лишь одну четверть планктонные и бентосные водоросли морей и океанов.

Для объяснения большой суммарной энергии биосферы В.И. Вернадский произвел интересные подсчеты. Оказалось, что вся поверхность Земли составляет несколько меньше 0,0001% поверхности Солнца, но зеленая площадь ее трансформационного аппарата, т.е. поверхность листьев деревьев, стеблей трав и поверхность зеленых водорослей дает уже числа совершенно другого порядка. В различные времена года она составляет от 0,86 до 4,2% площади поверхности Солнца.

Произведенные в самые последние годы красноярскими биофизиками подсчеты с применением новейшей аппаратуры подтверждают порядок цифр, вычисленный более полувека назад В.И. Вернадским.

Количество энергии, заключенной в "живом веществе" нашей планеты, может быть учтено. По подсчетам известного шведского ученого Сванте Аррениуса только зеленая растительность континентов в форме своих горючих соединений заключает $1,6 \cdot 10^{17}$ больших калорий. В.И. Вернадский считал, что для всей биосферы эта величина больше и достигает 10^{18} или даже 10^{19} больших калорий. При этом улавливаются зеленым веществом биосферы лишь две-три сотых процента солнечной энергии, достигающей поверхности Земли, что рисует заманчивые перспективы ее более полного использования.

Значительная часть энергии "живого вещества" идет на образование в пределах биосферы новых вадозных минералов, вне биосферы не известных, а часть захороняется в виде самого органического вещества, образуя в конечном счете залежи бурых и каменных углей, горючих сланцев, нефти и газа. "Мы имеем здесь дело, — пишет В.И. Вернадский, — с новым процессом — с медленным проникновением внутрь планеты лучистой энергии Солнца, достигшей поверхности Земли. Этим путем "живое вещество" меняет биосферу и земную кору. Оно непрерывно оставляет в ней часть прошедших через него химических элементов, создавая огромные толщи неведомых, помимо его, вадозных минералов или пронизывая тончайшей пылью своих остатков косную материю биосферы" [9, с. 49].

В.И. Вернадский считал, что земная кора представляет собой в основном остатки былых биосфер и даже ее гранитно-гнейсовый слой образовался в результате метаморфизма и переплавления пород, некогда возникших под влиянием живого вещества. Лишь базальты и другие основные магматические породы он считал глубинными, не связанными по своему генезису с биосферой.

Новейшие космические исследования заставляют внимательно относиться к этой мысли В.И. Вернадского. На Луне не было жизни и там не оказалось гранитов. Лунные "моря" залиты базальтами, а лунные "материки" сложены анортозитами, т.е. магматическими породами основного состава. Породы поверхности Венеры, о составе которых мы впервые узнали в 1981 г., тоже оказались базальтами.

Много внимания в своих работах уделил В.И. Вернадский формам нахождения в биосфере различных химических элементов, делению "живого вещества" биосферы по источникам питания организмов на авто-гетеро- и миксотрофное, изучению поля устойчивости жизни или пределов жизни, особенностям жизни в гидросфере и на суше, геохимическим циклам сгущений жизни и живых пленок гидросферы.

Остановимся несколько более подробно только на одном вопросе — с философской точки зрения наиболее интересном — на вопросе эволюции биосферы.

В ранних работах 20-х годов В.И. Вернадский считал объем и вес "живого вещества" биосферы неизменными на протяжении всей геологической истории Земли. Он предполагал, что в процессе биологической эволюции менялись только формы проявления жизни. Еще в то время и даже в еще более ранних работах он много писал о больших изменениях биосферы под влиянием деятельности человека, об антропогенных факторах геологических процессов, он считал это явление новым, наложенным на стационарное существование биосферы.

В более поздних работах, с середины 30-х годов, В.И. Вернадский пересмотрел эту свою точку зрения и пришел к выводу, что биосфера по массе "живого вещества", его энергии и степени организованности в геологической истории Земли все время эволюционировала, изменялась, что влияние деятельности человека явилось естественным этапом этой эволюции и что в результате ее биосфера неизбежно должна коренным образом измениться и перейти в новое состояние, которое он назвал уже не биосферой, а ноосферой — сферой человеческого разума.

Можно смело сказать, что учение о переходе биосферы в ноосферу — вершина творчества В.И. Вернадского. При разработке этого учения он неизбежно должен был использовать и синтезировать не только геологический и биологический, но также социально-исторический материал.

Сам термин "ноосфера", как и термин "биосфера", не принадлежит В.И. Вернадскому, который на протяжении всей своей неутомимой, могучей деятельности остерегался засорять научную литературу излишними словами. Этот термин возник в 1926—1927 гг. в статьях П. Тейяр де Шардена и Э. Леруа, написанных после того, как они прослушали в Сорбонне в 1922—1923 гг. курс лекций В.И. Вернадского по проблемам геохимии и биогеохимии.

В.И. Вернадский начал применять термин "ноосфера" лишь с начала 30-х годов, причем в существенно ином, чем его авторы, строго материалистическом смысле. У В.И. Вернадского "ноосфера" — это не отвлеченное царство разума, а исторически неизбежная стадия развития биосферы. Еще в 1926 г. в статье "Мысли о современном значении истории знаний" он писал: "Созданная в течение всего геологического времени, установившаяся в своих равновесиях биосфера начинает все сильнее и глубже меняться под влиянием научной мысли человечества" [10, с. 231].

Вот эту-то биосферу Земли, измененную научной мыслью и преобразованную для удовлетворения всех потребностей численно растущего человечества он и назвал впоследствии "ноосферой".

Подчеркнуть это очень важно, потому что в справочниках, энциклопедиях и в популярной литературе появилось много неверных определений этого термина, не соответствующих взглядам В.И. Вернадского.

К общей идее, лежащей в основе учения о ноосфере, В.И. Вернадский пришел еще в самых ранних своих работах конца прошлого века. Эта идея складывалась у него в виде определенной концепции творческого характера человеческого разума, не только отражающего внешний мир, но и активно воздействующего через труд на условия существования людей. В письмах, дневниках, различных статьях и заметках того периода В.И. Вернадский неоднократно обращался к обоснованию идеи активности человеческого разума. Еще в 1892 г. он писал: "Вдумываясь в окружающую будничную жизнь, мы можем ... видеть постоянное стремление человеческой мысли покорить и поработить себе факты совершенно стихийного на вид характера ... Быстро исчезает человеческая личность, но часто чрезвычайно долго в круговороте текущей жизни сказывается ее мысль и влияние ее труда. В сущности, мы видим во всей истории постоянную борьбу сознательных укладов жизни против бессознательного строя мертвых законов природы и в этом напряжении сознания вся красота исторических явлений, их оригинальное положение среди остальных природных процессов" [11].

С начала нашего века В.И. Вернадский приступил к детальному исследованию вопроса о геологической активности человечества. Изучая в это время сначала в рамках генетической минералогии и геохимии, а позднее и биогеохимии разнообразные геохимические процессы, протекающие на нашей планете, он неизменно, с характерной для него последователь-

ностью и глубиной обращается к влиянию роли человека на эти процессы. В таких трудах, как "История минералов земной коры" [12], "Живое вещество в химии моря" [13], "Живое вещество в земной коре" [1], "Биосфера" [9], "Автотрофность человечества" [2], окончательно определился круг его идей, составивших фундамент развитого им впоследствии учения о ноосфере.

В.И. Вернадский попытался дать ответ на вопрос о том, в чем заключаются те реальные условия или предпосылки образования ноосферы, которые уже созданы или создаются в настоящее время в ходе исторического развития человечества. По мнению В.И. Вернадского, основные предпосылки создания ноосферы сводятся к следующему.

1. **Человечество стало единым целым.** Мировая история охватила как единое целое весь земной шар, совершенно покончила с уединенными, мало зависимыми друг от друга культурными историческими областями прошлого. Сейчас "нет ни одного клочка Земли, где бы человек не мог прожить, если б это было ему нужно" [6, с. 327]. Дрейфующие станции во льдах северного Ледовитого океана и станции на поверхности Антарктиды — лучшее доказательство справедливости этой мысли Вернадского.

2. **Преобразование средств связи и обмена.** Ноосфера — это единое организованное целое, все части которого на самых различных уровнях гармонично связаны и действуют согласованно друг с другом. Необходимым условием этого является быстрая, надежная, преодолевающая самые большие расстояния связь между этими частями, постоянно идущий материальный обмен между ними, всесторонний обмен информацией. Это условие, отмечал В.И. Вернадский, в основном уже создано, хотя возможности его дальнейшего совершенствования далеко еще не исчерпаны.

3. **Открытие новых источников энергии.** Создание ноосферы предполагает столь коренное преобразование человеком окружающей его природы, что ему никак не обойтись без колоссальных количеств энергии. "В самом конце прошлого столетия неожиданно была открыта новая форма энергии, существование которой предвидели немногие умы, — атомная энергия, которой принадлежит ближайшее будущее и которая даст человечеству еще большую мощь, размеры которой едва ли мы можем сейчас предвидеть" [14—15, с. 327]. Это было написано еще в 30-е годы, а сейчас мы уже видим, как человечество овладело атомной энергией и как расширяется с каждым годом ее применение в мирных целях.

4. **Подъем благосостояния трудящихся.** Ноосфера создается разумом и трудом народных масс, а поэтому особая важность данной предпосылки не подлежит сомнению. Хотя эта задача, поставленная в масштабах всей планеты, и далека еще от своего решения, однако потенциальные возможности для этого имеются уже сейчас.

5. **Равенство всех людей.** Охватывая всю планету как целое, ноосфера по самому своему существу не может быть привилегией какой-либо одной нации или расы. Она дело рук и разума всех народов без исключения. В настоящее время, — писал В.И. Вернадский, — "идея равенства всего человечества и равноправия черных, желтых, красных и белых рас пустила глубокие корни в общее и научное сознание мира" [16, с. 271]. Недалеко то время, когда позорные явления колониализма и национального гнета навсегда исчезнут с нашей планеты и в жизни общества окончательно

воцарится новая эпоха, которая будет характеризоваться не подавлением слабых сильными, а "мирной связью всего человечества на почве экономической и культурной жизни" [8, с. 52].

6. **Исключение войн из жизни общества.** В наше время война, угрожая самому существованию человечества, встала как самое большое препятствие на пути к ноосфере. Отсюда следует, что без устранения этой преграды достижение ноосферы практически невозможно и, напротив, уничтожение угрозы войны будет означать, что человечество сделало крупный шаг к созданию ноосферы. В.И. Вернадский писал, что нет сейчас более высокой и гуманной задачи, чем борьба за то, "чтобы не довести человечество до самоистребления" [8, с. 133]. Именно за это борется Коммунистическая партия Советского Союза, и эта борьба находит все более широкую поддержку во всем мире.

Ноосфера, по мысли Вернадского, — это новая геологическая оболочка Земли, создаваемая на научных основаниях. "Научная мысль, — писал он, — охватила всю планету, все на ней находящиеся государства. Всюду создались многочисленные центры научной мысли и научного искания. Это — первая основная предпосылка перехода биосферы в ноосферу". Реально наука есть максимальная сила создания ноосферы [4, с. 62].

В.И. Вернадский отмечал, что в настоящее время мощь научного знания используется еще не в полной мере, так как сплошь и рядом "социальная отсталость мешает проявиться совершающемуся перевороту в реальных силах человека" [4, с. 66]. Но здесь на помощь науке приходит вторая ведущая сила современности, преобразующая биосферу в ноосферу, — народные массы. Благодаря деятельности народных масс на нашей планете происходят революционные преобразования изживших себя социальных отношений в невиданных ранее масштабах и глубине. В современную эпоху "впервые в истории человечества интересы народных масс ... определяют жизнь человечества, являются мерилом его представлений о справедливости" [16, с. 271].

Ноосфера является результатом действия слившихся в единый поток двух величайших революционных процессов современности: в области научной мысли, с одной стороны, и социальных отношений — с другой. Поэтому создание ноосферы возможно лишь как следствие прочного союза тех сил, которые являются основой этих процессов, т.е. союза науки и трудящихся масс. Сейчас мы видим, что в странах социалистического содружества такой прочный союз уже существует, и все более ясные следы этого союза мы наблюдаем в жизни большинства развивающихся стран.

Исключительно важное значение в процессе создания ноосферы придавал В.И. Вернадский, как он писал, "научной основе работы Маркса и Энгельса", т.е. марксизму как подлинно научной теории общественного развития, которая вскрыла причины и механизм экономической эксплуатации, богатства одних и нищеты других, доказала объективную неизбежность построения общественных отношений на новых социалистических началах. "Маркс был крупнейшим ученым, который в "Капитале" получил свои результаты точным научным путем — методы историка и экономиста-мыслителя", — подчеркивал В.И. Вернадский [4, с. 76]. Особенно высоко оценивал он то обстоятельство, что "К. Маркс признавал огромное значение науки в будущем социалистическом строе" [4, с. 67]. По мнению

В.И. Вернадского, это важное положение научного социализма нельзя считать случайным, так как оно логически связано с общей марксистской концепцией научного знания, пониманием К. Марксом науки как важнейшей производительной силы общества.

С переходом к коммунистическому обществу процесс создания ноосферы из стихийного становится сознательным. Начало этому положила социалистическая революция в нашей стране. "На фоне нового понимания биосферы, перехода ее в ноосферу, создание социалистического государства, охватившего одну шестую часть суши, и идеи, лежащие в его основе, получают исключительное значение, — писал в 1938 г. Вернадский. — Мы видим здесь начало перехода к государственному строю сознательного воплощения ноосферы" [4, с. 81—82].

Исключительно большое и серьезное препятствие, отмечал В.И. Вернадский, воздвигла перед человечеством на его пути к ноосфере разразившаяся в 1939 г. вторая мировая война — самая жестокая и кровавая из всех войн, какие только знала история. Охватив почти всю поверхность планеты, эта война приняла мировой характер, привела к гибели многих миллионов людей. Тем самым вторая мировая война затормозила процесс создания ноосферы, но подавить и уничтожить его она не смогла. Более того, Великая Отечественная война, как неоднократно подчеркивал В.И. Вернадский, явилась предметным уроком для всех тех, кто попытался было силой остановить развитие этого процесса. Поскольку фашизм поднял руку против развертывавшегося на нашей планете грандиозного природного и социального процесса создания ноосферы, постольку уже с самого начала он был обречен на полное поражение. Таково было глубокое убеждение ученого.

В.И. Вернадский не дожил нескольких месяцев до конца Великой Отечественной войны. Свою последнюю статью "Несколько слов о ноосфере" [5] он опубликовал в начале 1944 г. Предельно четко развивает он в ней представления об эволюции биосферы, пишет, что ноосфера — последнее из многих состояний эволюции биосферы в геологической истории Земли и заканчивает статью такими словами: "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".

А Б С Т Р А К Т

V.I. Vernadsky's role in the scientific researches of the USSR Academy of Sciences is shown against the background of his life. The article is concerned with two major achievements or the account of V.I. Vernadsky. First thing: his studies on biosphere, the space taken by the biosphere, its role in the Sun and Earth relationships and its geological function. Second thing: the importance of the studies on noospheres; socio-economic, scientific and international prerequisites for the biosphere transfer into new evolutionary state.

1. Вернадский В.И. Живое вещество. М.: Наука, 1978. 358 с.
2. Вернадский В.И. Автотрофность человечества. — В кн.: В.И. Вернадский. Проблемы биогеохимии. М.: Наука, 1980, с. 228–245. (Тр. Биогеохим. лаб.; Т. 16).
3. Вернадский В.И. Письмо к Н.Е. Вернадской 6 августа 1886 г. — ААН СССР, ф. 518, оп. 7, ед. хр. 33, л. 51.
4. Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление. Размышления натуралиста. М.: Наука, 1977. кн. 2. 191 с.
5. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере. — В кн.: Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии. М.: Наука, 1980, с. 212–222. (Тр. Биогеохим. лаб.; Т. 16).
6. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965. 374 с.
7. Вернадский В.И. Из дневников 1884 г. — Природа, 1967, № 10, с. 100.
8. Вернадский В.И. Очерки и речи. Пг.: Науч. хим.-тех. изд-во, 1922, вып. 1. 52 с.
9. Вернадский В.И. Биосфера. М.: Мысль, 1967. 422 с.
10. Вернадский В.И. Избранные труды по истории науки. М.: Наука, 1981. 359 с.
11. Вернадский В.И. Из записок 1892 г. — В кн.: Страницы автобиографии В.И. Вернадского. М.: Наука, 1981, с. 118.
12. Вернадский В.И. История минералов земной коры. — Избр. соч. М.: Изд-во АН СССР, 1959, т. 4, кн. 1. 624 с.
13. Вернадский В.И. Живое вещество в химии моря. — В кн.: Избр. соч. М.: Изд-во АН СССР, 1960, т. 5, с. 160–183.
- 14–15. Мочалов И.И. Владимир Иванович Вернадский (1863–1945). М.: Наука, 1982. 488 с.
16. Неаполитанская В.С. Из высказываний В.И. Вернадского. — В кн.: Жизнь и творчество Владимира Ивановича Вернадского по воспоминаниям современников: К 100-летию со дня рождения. М.: Изд-во АН СССР, 1963, с. 81–90 (Очерки по истории геохимических знаний; Вып. 2).
17. Сауков А.А. Владимир Иванович Вернадский. — Бюл. МОИП. Отд. геол., 1963 № 3, с. 102.
18. V.I. Vernadsky. The common enemy will be vanquished. — In: By joint efforts we shall end hitlerism. Moscow, 1941.

УДК 574

А.Г. Назаров

НООСФЕРНАЯ КОНЦЕПЦИЯ В.И. ВЕРНАДСКОГО КАК ОСНОВА НАУЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Практическое решение острых проблем настоящего и будущего развития страны — проблем воспитания нового человека, взаимодействия природы и общества, развития общественного производства и социокультурных институтов — требует создания фундаментальной научной теории. Опираясь на марксистско-ленинскую методологию, научная теория призвана на основе синтеза всей совокупности научных знаний и практического опыта определить пути построения высших форм организованности коммунистической цивилизации будущего. Отличительной особенностью фундаментальной научной теории должна стать ее направленность на цели управления формирующейся природно-народнохозяйственной целостности, где осуществляется вся жизнь и деятельность общества. Ноосферная концепция В.И. Вернадского содержит все необходимые предпосылки к тому, чтобы

стать основой фундаментальной научной теории управления. В доказательство этого тезиса рассмотрим более подробно деятельностную сущность концепции ноосферы, условия ее возникновения и связь с проблемами управления.

ДЕЯТЕЛЬНОСТНАЯ СУЩНОСТЬ НООСФЕРНОЙ КОНЦЕПЦИИ

Формированию представлений о ноосфере предшествовали разработка В.И. Вернадским учения о биосфере как целостной оболочке Земли, и многолетние, охватывающие период около полувека размышления великого естествоиспытателя о планетарной роли человечества, его научной мысли и труда в преобразовании биосферы. "С появлением на нашей планете одаренного разумом живого существа, — отмечал В.И. Вернадский в "Биогеохимических очерках", — планета переходит в новую стадию своей истории. Биосфера переходит в ноосферу" [8, с. 185].

Исследуя этот переход с естественноисторических позиций, В.И. Вернадский приходит к фундаментальному выводу о том, что создание ноосферы возможно не просто разумом, не одной только совокупной мыслью, но посредством разума и человеческой деятельности, труда "социального человечества". В связи с этим понятие "ноосферы" как и "сферы разума" у В.И. Вернадского вполне материальное понятие, в корне отличное от "сферы разума" П. Тейяра де Шардена как особого надбиосферного "мыслительного пласта", окутывающего планету [49].

Принципиально важным для понимания ноосферы служит положение В.И. Вернадского о том, что ноосфера вырастает из структуры биосферы, из ее организованности, создавая качественно новые формы организованности — нового единства, возникающего в результате взаимодействия биосферы и общества. Поэтому в ноосфере как новом эволюционном состоянии биосферы законы природы тесно переплетаются с социально-экономическими законами общественного развития, образуя высшую материальную целостность "очеловеченной природы".

Но что же является главной движущей силой творения ноосферы, что организует и направляет практическую деятельность человеческих коллективов в историческом процессе перехода биосферы в ноосферу? На этот вопрос В.И. Вернадский ответил своей "главной книгой жизни", оставшейся, к сожалению, незаконченной и опубликованной лишь в 1977 г., — книгой "Научная мысль как планетное явление", — в ней наиболее полно изложена сущность концепции ноосферы и глубоко обоснованы основные научные и социальные предпосылки ее создания.

"... мы, мне кажется, сейчас находимся на переломе, — пишет Вернадский, — государственное значение науки как творческой силы, как основного элемента, ничем не заменимого в создании народного богатства, как реальной возможности быстрого и массового его создания уже проникло в общее сознание. С этого пути, очевидно, человечество не сможет уже сойти, так как наука есть максимальная сила создания ноосферы" [10, с. 66].

С гениальной прозорливостью В.И. Вернадский сумел предвидеть наступление научно-технической революции XX века, названной им "взрывом научного творчества", когда "научная мысль охватила всю планету, все на

ней находящиеся государства". Во всеобщем движении научно-технического прогресса, охватившем современную цивилизацию, он видит "первую основную предпосылку перехода биосферы в ноосферу" [10, с. 62]. Однако наука, "творящая ноосферу", для В.И. Вернадского — не оторванная от живой практики область работы "чистой мысли". Ученый вскрывает новую качественную особенность науки, говоря современным языком, в эпоху НТР — выдвигание на первое место ее прикладного значения. "Новые области научного знания, ... новые потребности общественного производства, по В.И. Вернадскому, чрезвычайно расширяют и углубляют прикладное значение науки (подчеркнуто Вернадским — А.Н.), ее значение в ноосфере" [10, с. 64].

В этом, как и во многих других коренных мировоззренческих вопросах, позиция выдающегося естествоиспытателя-материалиста практически совпадает с положениями марксизма. Для Вернадского наука и научная мысль — и это составляет принципиальную основу его деятельного подхода к пониманию ноосферы — всегда есть действие как важнейшая материальная основа преобразования природы человеком. "Наука есть проявление действия в человеческом обществе совокупности человеческой мысли [10 с. 38], "действие является характерной чертой научной мысли" [10, с. 38] — эти и подобные высказывания ученого вполне созвучны известной идее К. Маркса о науке как непосредственной производительной силе общества.

Так же близки исходные методологические посылы к проблеме взаимодействия общества и природы, изложенные в "Экономическо-философских рукописях 1844 г.", в главах "Капитала", "Диалектики природы" и в "Немецкой идеологии" (1845—1846 гг.) К. Маркса и Ф. Энгельса, в "Материализме и эмпириокритицизме" В.И. Ленина и других выдающихся произведений классиков марксизма-ленинизма и в концепции биосферы В.И. Вернадского. Отношение В.И. Вернадского, подобно Марксу, к человеку как "деятельному существу" (социально-общественному феномену) и в то же время как к "существу природному", результату эволюции живого вещества биосферы, к "истинной антропологической природе" как преобразованной обществом природе, признание ведущей роли труда в формировании научной мысли социального человечества привели ученого к важнейшему выводу о том, что "то понятие ноосферы, которое вытекает из биогеохимических представлений, находится в полном созвучии с основной идеей, проникающей "научный социализм" [10, с. 67].

В этом выводе — весь итог научного творчества В.И. Вернадского и ключ к истинно марксистскому пониманию ноосферы. К утверждению созвучности развитой им ноосферной концепции марксистско-ленинской диалектике взаимодействия природы и общества В.И. Вернадский шел долгим, сложным и противоречивым путем. Но эти противоречия были большей частью преодолены самим ученым в его учении о биосфере и ноосфере.

В чем же заключены объективные противоречия ноосферной концепции, как они разрешаются или могут быть преодолены, и где пролегал главный путь достижения того высшего синтеза, что позволяет выделить ноосферу из биосферы в качестве нового типа организованности формирующейся коммунистической цивилизации? Можно продолжить поста-

новку подобных вопросов в мысленном диалоге с творчеством В.И. Вернадского. Но ответа на многие из них нет, как нет и готовых рецептов построения ноосферы. И все же неизведанные пути в грядущее — а к ним и обращены вместе с нашими искания Вернадского — становятся и зримее, и короче и наполняются реальным смыслом, когда у них есть цель и способы ее достижения.

С момента появления первых, относящихся к 90-м годам прошлого столетия, еще не оформившихся мыслей о геохимической роли человечества, и все последующие десятилетия представления В.И. Вернадского о ноосфере формировались в результате взаимодействия двух устремленных навстречу потоков знания.

Первый из них — естественноисторический — составляет суть учения о биосфере. Это вся совокупность интегрированных естественнонаучных знаний о возникновении и поддержании организованности биосферы. В структурно-функциональном и пространственно-временном аспектах организованность создается и сохраняется на протяжении миллиардов лет существования биосферы деятельностью живого вещества — совокупности всех живых организмов. Форма же деятельности живого, его биогеохимическая работа в биосфере, заключается в осуществлении круговоротов (биогеохимических циклов) вещества и потоков энергии между основными структурными компонентами биосферной целостности: горными породами, природными водами, газами, почвами, растительностью, животными.

Функционирование живого вещества может проходить лишь при условии сохранения определенных физических и химических параметров на протяжении миллиардов лет геологической истории биосферы. Вне этих "пределов существования жизни", при нарушении этого главного условия деятельности живого рушится сама основа биосферы — ее организованность. Уничтожается и распадается вся система связей единой биосферной целостности как природного тела. И если "пределы жизни" будут коренным образом нарушены на большей части биосферной оболочки, теоретически возможно полное уничтожение биосферы Земли. Однако практически, как показывает анализ имевших место крупных геологических катаклизмов (извержений вулканов, крупнейших землетрясений, великих материковых оледенений, катастрофических наводнений, ураганов и т.п.), самовосстановление биосферы в таких "пораженных" территориях происходит геологически мгновенно, в масштабах исторического времени. И хотя очевидно, что геологические катаклизмы не разрушают всей биосферы, а проявляются лишь локально (оледенения, однако, охватывали огромные ее пространства), приведенный пример как иллюстрация помогает лучше понять и оценить значимость фундаментального открытия В.И. Вернадского о максимальном проявлении биогеохимической энергии живого вещества в биосфере.

Концентрируя солнечную космическую энергию и трансформируя ее в активную (свободную) энергию земных процессов, живые организмы стремятся к максимальному проявлению этой действенной энергии в процессах обмена веществом и энергией, в круговоротах и биогеохимических циклах. Прямые и обратные связи такой цикличности и составляют механизм функционирования биосферы, сущность ее организованности, осно-

ву ее прогрессивного развития. "Всюдность", "растекание", "давление жизни" — строго научные и яркие художественные образы, введенные В.И. Вернадским для обозначения важнейшего эмпирического обобщения (закона биосферы) о биогеохимическом принципе максимального проявления жизни в биосфере. Живое вещество с мгновенной скоростью захватывает все "незанятое", "оголенные", временно вышедшие из-под "давления жизни" участки биосферы.

Мы видим бесчисленное множество примеров, подтверждающих закон "всюдности жизни", но редко задумываемся над тем, что самой возможности такого видения человек обязан своему родству с биосферой, материально-энергетическому единству с ее организованностью, которая сохраняется благодаря лишь выполнению главного условия — неизменности физико-химических параметров жизни миллиарды лет нашей "биосферной" истории!

Гениальность В.И. Вернадского как основателя учения о биосфере — естественнонаучной основы концепции ноосферы — в том и состоит, что он впервые понял и всей совокупностью научных знаний глубоко обосновал единство человека и биосферы. Это величайшее открытие В.И. Вернадского по своим социальным последствиям относится к вершинам мирового естествознания, к непреходящим завоеваниям современной и будущей человеческой цивилизации. Без него не может быть создана — и не может быть теперь понята — сущность концепции ноосферы.

"В сущности, мы наиболее глубоко и точно знаем только биосферу. Только здесь мы можем развернуть все проявления человеческого разума, человеческой личности. Мы сами живем в биосфере, явления ее закономерно и стихийно проявляются в нашей личности", — отмечал В.И. Вернадский в "Биогеохимических очерках" [8, с. 212]. Человек — часть биосферы, ее создание, от нее он неотделим и "не может физически быть от нее независимым ни на минуту", "через нее он охватывает космический мир, преломленный в биосфере", и изучает "глубины планеты, лежащие ниже земной коры", — такими утверждениями неотделимости человека и биосферы насыщены многие страницы общего учения о биосфере. И казалось бы напрашивается итоговый вывод: "В сущности, человек, являясь частью биосферы, только по сравнению с наблюдаемыми на ней явлениями может судить о мироздании. Он висит в тонкой пленке биосферы и лишь мыслью проникает вверх и вниз" [7, с. 20]. "Лишь мыслью проникает . . ." — в этом выводе, нам представляется, и заключен главный источник диалектического противоречия биосферной и ноосферной концепции В.И. Вернадского. Впоследствии оно было разрешено самим ученым при разработке понятия ноосферы.

В учении о биосфере человек и человечество выступают преимущественно одной своей сущностной гранью — как часть живого вещества, подчиненного общим законам организованности биосферы, вне которой оно существовать не может. И человеческая мысль выступает здесь одним из новых мощных геологических факторов, осуществляющих в небывалых ранее масштабах биогеохимические превращения вещества и энергии, но еще факторов стихийных, бессознательных, что неоднократно подчеркивал В.И. Вернадский. При этом стихийность понималась им как закономерность, как неотвратимый геологический процесс, не зависящий от воли и сознания

отдельных индивидуумов. Из биогеохимического понимания сущности человека — если на таком только понимании и остановиться — напрашивается внешне правдоподобный вывод о том, что основной целью современного и будущего человечества служит поддержание и сохранение существующей биосферы, от которой человек неотделим. Еще более правдоподобным выглядит утверждение о том, что поскольку основой существования биосферы, по Вернадскому, является ее организованность, а само происхождение человека можно рассматривать как своеобразную функцию последней, то главной целью нашего общественного развития должно стать сохранение существующей организованности биосферы.

Именно к таким выводам и приходят некоторые ученые. Однако нельзя противопоставлять одни высказывания В.И. Вернадского о преобразующей роли человека другим мыслям ученого о родстве человека с биосферой (с явным акцентированием последних). По В.И. Вернадскому, это — разные стороны сущности человека как социальной деятельной силы, трудом и мыслью преобразующей существующую биосферу и строящей новую среду обитания жизни и как биологического вида, части живого вещества, действительно связанного с биосферой. Но существо этой связи, движущую силу и глубину диалектического противоречия ноосферной концепции трудно понять без естественноисторического анализа всей природно-хозяйственной целостности. Ведь человек "ушел из биосферы", вышел в космическое пространство — и об этом мечтал, это предвидел, об этом писал создатель "Ноосферы". "Трудом и мыслью социального человечества" и "взрывом научного творчества" — научно-техническим прогрессом — коренным образом переработана биосфера, физически и химически изменен лик Земли, созданы новые виды и расы животных и растений (мысли Вернадского!), — все это не совмещается с призывами сохранить тот тип биосферы, уже реально не существующей, в которой возник человек. Да и в таком ли пассивном "природоохранительстве" состоит главная цель прогрессивного общественного развития?

Подход к ноосфере и целям ее создания, который с разными вариациями встречается у сторонников "нетронутой природы", особенно на Западе, не несет в себе творчески активного начала. Он не имеет созидательной программы; в нем человек выступает преимущественно в своей "страдательной сущности". Нет в нем самого главного — видения социальных путей построения ноосферы. Именно в таком видении и заключена главная суть ноосферной концепции В.И. Вернадского, позволяющая ей стать основой будущей фундаментальной теории.

Чтобы понять социальную сущность концепции ноосферы, ее идейную близость марксистско-ленинскому пониманию истории, необходимо обратиться к творчеству В.И. Вернадского в целом. Разрабатывая общее учение о биосфере, В.И. Вернадский, как было отмечено, пришел к фундаментальному выводу о единстве одаренного разумом человека и биосферы. Но это единство и неотделимость человека от биосферы — среды его обитания — понимались ученым как стихийный геологический процесс и имели под собой научную биогеохимическую основу. Человеческая мысль у В.И. Вернадского в 20-е годы еще не стала социальной научной мыслью. Подобно другим стихийным геологическим процессам, она "выполняла" тогда преимущественно биогеохимическую работу в биосфере — грандиозную

по масштабам работу по перемещению природных и вновь созданных человеком химических соединений, веществ, металлов, концентрированию энергии, она изменяла химический и физический лик планеты. Связанный с биосферой, считал ученый, человек лишь мыслью мог проникать вверх и вниз за ее пределы. Но в таком — биогеохимическом — понимании сущности человека и человеческой мысли и назревало объективное противоречие в учении о биосфере. Доведенный В.И. Вернадским до логического завершения как высшая стадия эволюции живого вещества биосферы, человек перестал укладываться в рамки ее организованности. Он вырастал из нее, он перерабатывал ее коренным образом, даже местами разрушал. Но разрушая, создавал новое — новые формы социально-хозяйственной организованности, новые типы вещественно-энергетических круговоротов, новые, не известные биосфере средства связи, новые виды живого вещества.

Перешагнувший порог своего шестидесятилетия (1923), а затем и семидесятилетия, великий естествоиспытатель глубоко вдумывается в суть происходящих в мире событий, пристально вглядывается в результаты созидательного труда первых советских пятилеток, в существо происходящих в стране социальных перемен. Предугаданное В.И. Вернадским с гениальной прозорливостью наступление эпохи научно-технической революции в XX в. стало рождением новой эры человечества — ноосферы. И первой основной предпосылкой перехода биосферы в качественно новое эволюционное состояние, "максимальной силой создания ноосферы", по В.И. Вернадскому, служит научная мысль. Материальным ее выражением в преобразуемой человеком биосфере является труд. Отныне не только мысль, выделяющая человека от других живых организмов биосферы и служащая проявлением могучего стихийного геологического процесса, характеризует сущность человека, его биогеохимическое единство с биосферой. Новое качество — единство мысли и труда, труда и мысли создает новую социальную сущность человека, предопределяет переход биосферы в ноосферу. Так диалектически преодолевает В.И. Вернадский основное противоречие биосферной концепции. Оценка роли труда и социальной мысли человечества в его поступательном развитии — коренной поворот в миропонимании выдающегося естествоиспытателя, объективно сближающий концепцию ноосферы с марксистско-ленинским учением.

Но подлинно революционный шаг в новом понимании движущих сил закономерного естественноисторического процесса перехода в ноосферу окончательно предпринят В.И. Вернадским в конце 20-х — начале 30-х годов.

"XX век — век возросшего значения народных масс. Мы одновременно видим в нем энергичное, широкое развитие самых разнообразных форм образования . . . Велико значение демократических и социальных организаций трудящихся, . . . их стремление к получению максимального научного знания . . . Это столь же необходимая предпосылка ноосферы, как и творческая научная работа" [10, с. 62—63].

Как подчеркивает исследователь творчества В.И. Вернадского И.И. Мочалов [34], в силу органически присущей Вернадскому подлинной демократичности глубокий интерес к жизни народных масс, к идеям научного социализма проявлялся у будущего ученого еще с середины 80-х годов

прошлого столетия и не покидал его до конца жизни. В его письмах и дневниковых записях, в материалах неоконченных работ, таких как "Прогресс науки и народные массы" (1903), "Казахстан", "Научная мысль . . ." и многих других, красной нитью проходит главная мысль: не "аристократы духа" делают историю, настоящая история человечества — это история народных масс. Поэтому совершенно закономерным и естественным для всего мировоззрения В.И. Вернадского было признание роли народных масс как важнейшей предпосылки формирования ноосферы, ее главной сущности.

"Исторический процесс на наших глазах коренным образом меняется, — отмечает В.И. Вернадский. Впервые в истории человечества интересы народных масс — всех и каждого — и свободной мысли личности определяют жизнь человечества, являются мерилем его представлений о справедливости. Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой. И перед ним, перед его мыслью и трудом становится вопрос о перестройке биосферы в интересах свободно мыслящего человечества как единого целого.

Это новое состояние биосферы, к которому мы, не замечая этого приближаемся, и есть "ноосфера" [9, с. 328].

Наступление ноосферы для В.И. Вернадского было не утопией, и не отдаленной беспочвенной фантазией, а научно установленным выводом — эмпирическим обобщением [10]. Принципиально важным для разработки ноосферной концепции было определение реальной социально-экономической основы формирования ноосферы. Многолетние — более полувека — размышления ученого о формах социального устройства человеческой цивилизации в Европе, Америке, Азии, Индии, Китае, на Ближнем Востоке и анализ социалистического строительства привели В.И. Вернадского в 30-е годы к окончательному выводу: единственной "научно допустимой" и "жизненно возможной социальной структурой" является социализм [10, с. 67]. Поэтому "мы можем оставить в стороне анархические построения будущего, не нашедшего пока ни жизненно важных проявлений, ни крупных умов" [10], которые бы выявили отличную от социализма форму общественной жизни. Только в научном социализме Вернадский видел основу "для правильного социального устройства, дающего максимум счастья и полное удовлетворение основных материальных потребностей человечества" [10]. Им основательно изучались труды основоположников научного коммунизма К. Маркса, Ф. Энгельса и В.И. Ленина. "Маркс и Энгельс, — писал В.И. Вернадский, — реально положили основы научного социализма, так как путем глубокого научного исследования экономических явлений, они, особенно К. Маркс, выявили глубочайшее социальное значение научной мысли" [10]. И далее В.И. Вернадский говорит о созвучии понятия ноосферы с основной идеей научного социализма. В полной мере, считает ученый, только "широкое распространение социалистических идей способствовало признанию значения научной работы как метода создания народного богатства" [10]. И возвращаясь позднее к этому выводу отмечал: "Маркс ясно видел, что мысль человека создает производительную силу. Еще больше и глубже это проявится в н о о с ф е р е" [34, с. 154].

Таковы в схематичном изложении общие контуры ноосферной концепции В.И. Вернадского. Мы не можем изложить ее здесь полностью и

провести ее обстоятельный научный анализ — это дело будущего, постановка и организация такой работы должна стать одной из важных задач Комиссии АН СССР по разработке научного наследия В.И. Вернадского. Не имея возможности останавливаться на выходящих за рамки статьи других аспектах концепции ноосферы — развития философии, науки, государственности, искусства, морали, человеческой личности будущего, изложенных В.И. Вернадским в книге "Научная мысль . . .", а также в неизданных других его произведениях, дневниках и письмах, необходимо отметить следующее.

Вместе с единством человечества, научной мыслью, ростом активности народных масс важнейшими предпосылками возникновения ноосферы и условиями ее существования, по В.И. Вернадскому, служит объединяющая морально-этическая основа и отсутствие разрушительных войн. Мир между народами в условиях перехода биосферы в ноосферу — один из главных определяющих факторов построения ноосферы в историческом периоде жизни нескольких поколений. Всю деятельность человечества в создании ноосферы должна направлять объединяющая гуманистическая идея как проявление высшей целесообразной деятельности людей на благо и всего общества, и отдельной человеческой личности. В ноосфере, отмечал В.И. Вернадский, высшей социальной ценностью становится развитие свободной человеческой личности — для нее, и ради нее и необходима коренная перестройка существующей среды обитания человека, изменение структуры биосферы и создание нового типа социально-природной организованности человечества — ноосферы. Великий естествоиспытатель считал противоестественными, антинаучными и антигуманными попытки остановить развитие общества и научно-технического прогресса. Нельзя, отмечал В.И. Вернадский, повернуть вспять грандиозный природный процесс создания человеческим разумом и трудом новой геологической оболочки — процесс космический по своим масштабам, охватывающий всю биосферу Земли как космического тела. Гениальный мыслитель видел в ноосфере не слегка лишь подретушированную биосферу, которую нужно сохранить, вопреки необратимому процессу нарастания научно-технической революции. Понятие о ноосфере — это и понятие о бесконечном творческом процессе человеческого познания, понятие о непрерывной созидательной деятельности на благо человека. В этом — высочайшая гуманистическая идея и этическая основа учения о ноосфере. Вот почему великий естествоиспытатель и гуманист обосновал необходимость глубокой перестройки биосферы, создание качественно нового типа ее организованности, отвечающей ноосфере.

Таким образом, все сказанное выше позволяет сделать следующие основные выводы о возможности использования ноосферной концепции В.И. Вернадского в качестве основы для разработки фундаментальной теории:

1. Естественнонаучным фундаментом концепции ноосферы служит созданное В.И. Вернадским учение о биосфере как целостной планетарной оболочке, получившее мировое признание и интенсивно развивающееся в настоящее время. В нем (с учетом современного уровня знаний) систематизирована и обобщена вся совокупность знаний о структуре и функциях биосферы, ее организованности, естественных производительных силах и природных ресурсах, биогеохимической роли живого вещества, био-

геохимической сущности человека и человеческой мысли как мощного геологического фактора. Ничего, равного учению В.И. Вернадского о биосфере, что могло бы послужить естественнонаучной опорой при разработке любой теории современного общественного развития, в мировой науке не создано.

2. Концепция ноосферы отражает новый, объективно происходящий в мире, стихийный процесс перехода биосферы в новое эволюционное состояние — ноосферу под влиянием социальной научной мысли и труда человечества. Этот процесс, относящийся к началу эпохи НТР, предопределен возникновением и резким ускорением научно-технического прогресса в XX в. на большей части территории Земли.

3. Главным социальным двигателем перехода биосферы в ноосферу в современный период, согласно предвидениям В.И. Вернадского, служит резко возросшая творческая активность народных масс, стремление их к получению максимального научного знания, участию в общественной жизни и управлению государством. Эта социальная сущность ноосферной концепции полностью созвучна марксистско-ленинскому учению о закономерностях и путях развития общественно-исторического процесса.

4. Единственной жизнеспособной социально-экономической и политической основой построения ноосферы является, по В.И. Вернадскому, научный социализм. Существование международного социалистического лагеря в настоящее время позволяет выдвинуть проблему создания ноосферы в качестве реально выполнимой, объединяющей социалистические страны Программы развития на основе общности их экономики.

5. Концепция ноосферы раскрывает оптимальные пути взаимодействия общества и природы. Главный путь построения ноосферы как гармоничной среды обитания и созидательной деятельности человека заключается в коренном преобразовании организованности биосферы Земли и создании нового — ноосферного типа организованности, отвечающего формирующейся коммунистической цивилизации, в условиях ускорения научно-технического прогресса.

6. Реальное построение основ ноосферы в исторический период зрелого социализма, исходя из сути ноосферной концепции, возможно посредством перехода экономики на путь интенсивного развития, усиления прикладного значения науки, формирования нового типа научного управления.

7. Понятие о ноосфере в качестве высшей социальной ценности ставит развитие свободной человеческой личности в гармоничной окружающей среде. Тем самым концепция ноосферы отвечает идеалам гуманизма — коммунистическим идеалам и несет в себе огромный идеологический заряд.

8. Концепция ноосферы в качестве основополагающего условия ее создания и проявления выдвигает отсутствие разрушительных войн между народами, что совпадает с Программой мира, провозглашенной партией. Это служит важным стимулом использования ноосферной концепции в качестве естественнонаучного подтверждения принципа сосуществования государств с различным социально-общественным строем.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ НООСФЕРНОЙ КОНЦЕПЦИИ

Определенному оживлению научной мысли и публицистики в вопросах ноосферной проблематики за последние годы способствовал ряд объективных причин. Прежде всего в результате ускорения научно-технического прогресса обострилась глобальная экологическая ситуация. Возникающие так называемые проблемы окружающей среды, а по существу — проблемы перехода биосферы в ноосферу ждали (и ждут) практического решения. Попытки объединения ученых разных стран в изучении этих проблем и выработке коллективных рекомендаций были реализованы в международных программах и крупных научно-исследовательских проектах: международной биологической программе, программе "Человек и биосфера", проекте "Биогеохимические циклы", здравоохранительных, природоохранительных, космических программах и многих других научно-организационных мероприятиях за последние 10 лет. Однако ни в одной из них — так было раньше, и так продолжается сейчас — проблема перехода биосферы в ноосферу еще не стоит. Тем самым ноосферная концепция В.И. Вернадского составляет научный потенциал для активной действенной разработки. Она неизбежно наполняется конкретным естественнонаучным содержанием в результате полученных фактов и обобщений по воздействию хозяйственной деятельности человека на биосферу.

Глобальная экологическая проблема, несомненно, усилила интерес отечественных и зарубежных ученых, широких кругов общественности в нашей стране к творчеству создателя учения о биосфере. Издание же ранее практически не известных работ В.И. Вернадского, особенно книг "Научная мысль. . .", "Проблемы биогеохимии" и "Биогеохимические очерки", переписки с Б.Л. Личковым [39, 40] и др., где изложены основы концепции ноосферы, дали возможность углубленно ее изучать. Ответный поток публикаций еще невелик. Есть среди них и сторонники крайних взглядов, отвергающие понятие "ноосферы", заменяющие его "техносферой", "био-геносферой" и тому подобными "сферами". Есть и другая — самая распространенная группа исследователей, для которых ноосфера как высшее проявление человеческого разума выступает слишком отдаленным, скорее этическим идеалом, чем конкретно достижимым реальным будущим современного исторического периода. Лишь в немногих работах советских ученых ноосфера рассматривается научно, с позиций деятельностного подхода, присущего самому В.И. Вернадскому, т.е. с позиций признания реальности вступления биосферы в ноосферу уже сейчас, отыскания основных закономерностей формирующейся биосферно-ноосферной общности с целью нахождения путей сознательного ее управления.

Отмеченная неоднородность понимания ноосферы вызвана большей частью действительной сложностью и необычностью и самого понятия ноосферы, не находящего аналогов в современной науке, и некоторых теоретических построений В.И. Вернадского, требующих углубленного и длительного изучения. Это хорошо понимал и сам ученый: «Удивительно, — писал В.И. Вернадский, — как трудно передать ясно другим свою мысль. Я встречаюсь с этим постоянно, и только отчасти это связано с тем, что я не могу передать свою мысль нужными словами. Непрерывно вспоминаю чудный образ Тютчева: "Мысль изреченная есть ложь"» [347, с. 21].

По-видимому, трудность восприятия некоторых положений создателя учения о ноосфере объясняется не только и не столько формой и стилем их изложения, но новизной, мощью и глубиной мысли В.И. Вернадского. Это ясно сознавали его современники, крупнейшие ученые академики А.Е. Ферсман, Н.Н. Лузин, В.Л. Комаров, Л.С. Берг и многие другие.

“Десятилетиями, целыми столетиями будут изучаться и углубляться его гениальные идеи, а в трудах его, — писал А.Е. Ферсман, — открываться новые страницы, служащие источником новых исканий; многим исследователям придется учиться его острой, упорной и отчеканенной, всегда гениальной, но трудно понимаемой творческой мысли; молодым же поколениям он всегда будет служить учителем в науке и ярким образцом плодотворно прожитой жизни.

... еще много придется поработать и его ученикам и историкам естествознания, чтобы выявить основные пути его научного творчества, разгадать сложные, еще непонятные построения его текста. Это задача будущих поколений” [51, с. 787—788].

Несмотря на недостаточную еще проработку ноосферной концепции в целом и ее отдельных положений, современный этап ее развития отмечен рядом безусловных достижений. Назовем из них лишь некоторые. Прежде всего рядом крупных советских ученых философов и естествоиспытателей (В.Г. Афанасьев, Б.М. Кедров, В.А. Ковда, Б.Н. Ласкорин, С.Р. Микулинский, Н.Н. Моисеев, А.В. Сидоренко, Б.С. Соколов, К.П. Флоренский, А.Л. Яншин и др.) концепция ноосферы обоснованно признана в числе фундаментальных достижений естествознания, отражающих качественно новый уровень современной науки. Теоретически доказывается совпадение процесса становления коммунистической цивилизации с развитием ноосферы (И.Д. Лаптев, И.А. Майзель) и созвучность понятия ноосферы положениям исторического материализма (Ю.К. Плетников). Начато систематическое философское изучение ноосферной концепции и всего творчества В.И. Вернадского (Н.П. Антонов, В.Н. Барякин, Ф.И. Гиренок, Э.В. Гирусов, М.А. Голубец, А.А. Ивакин, Н.А. Киселев, И.А. Козиков, И.В. Кузнецов, С.А. Куражковская, А.С. Мамзин, И.И. Мочалов, Ю.В. Олейников, Ю.П. Трусов, Г.А. Шестопалко, В.П. Яковлев и др.). В научном и художественном творчестве разрабатывается этическая основа ноосферной концепции и мировоззрения В.И. Вернадского, считавшего этические вопросы “самыми главными вопросами думающего человека” (Б. Агапов, Л.Н. Гордиенко, И. Ефремов, Ю.А. Жданов, И.Д. Лаптев, И.В. Мартынычев, М.П. Медянцева, И.И. Мочалов, С. Резник и др.). Философскую проработку получили основные биогеохимические принципы, сформулированные В.И. Вернадским, и отмеченное диалектическое противоречие ноосферной концепции (И.Д. Лаптев).

Сказанное выше свидетельствует о творческом отношении советских ученых к ноосферной концепции В.И. Вернадского, к теоретическому наследию выдающегося мыслителя. Ярким тому примером служит емкое определение гносеологической сущности ноосферы, данное И.В. Кузнецовым [21, с. 165].

“Ноосфера — по существу, совершенно новый объект научного познания. Это не просто общество, существующее в определенной среде, служащей пассивным поставщиком вещества и энергии и сохраняющееся в самом

себе равном состоянии. И не сама по себе отдельно взятая среда, хотя бы и подвергшаяся сильному воздействию социальной жизни. Это нечто единое целое, в котором сливаются развивающееся общество и изменяемая им природа, взаимодействующие самым тесным образом. Можно с уверенностью сказать, что здесь действуют особые закономерности, в которых сложнейшим образом переплетаются законы неживой и живой природы, законы общества и законы человеческого мышления. О наличии таких интегральных законов мало что известно, и их отыскание — задача огромной трудности. Трудность усугубляется еще и тем обстоятельством, что сам объект, в котором действуют такие закономерности, формируется, можно сказать, на наших глазах и еще полностью не обрел, вероятно, всех своих отличительных специфических черт. Однако поиски этих законов имеют колоссальную не только теоретическую, но и сугубо практическую важность”.

Но где же искать проявления закономерностей формирующейся “на наших глазах ноосферы”? Очевидно, в тех явлениях окружающей жизни, в которых и видел их создатель учения о биосфере и ноосфере, и которые при всей их сложности и противоречивости наполняли великого ученого чувством оптимизма и непоколебимой веры в раскрывающееся будущее. Окружающий мир периода создания представления о ноосфере — это претворение первого ленинского государственного плана развития народного хозяйства России на основе электрификации (плана ГОЭЛРО), организация колхозов, первые советские пятилетки, формирование мощных производительных сил и новых производственных отношений складывающегося социалистического общества. Все эти грандиозные преобразования биосферы коренным образом изменили ее структуру и установившийся механизм ее функционирования в отдельных регионах. Уже тогда В.И. Вернадский видел и понимал то, что сейчас называют отрицательными экологическими последствиями. Почему же именно в таких далеких от идиллической гармонии единства человека и природы условиях реальной жизни глаз и ум гения увидели наступление новой эры человечества — ноосферы?

Чтобы ответить на этот принципиальный и для нынешнего этапа развития вопрос, нужно по-новому, через призму ноосферного мышления и ноосферной методологии подойти к анализу тех глубочайших социальных перемен, которые определили формирование современной переходной биосферно-ноосферной целостности как закономерного результата естественноисторического процесса, поскольку, как неоднократно подчеркивал К. Маркс, общественный процесс, “. . . развитие экономической общественной формации” есть “естественноисторический процесс”¹. Практически этого же взгляда на природу общественного развития придерживался и В.И. Вернадский.

Время всестороннего научного анализа естественноисторического общественного процесса с позиций ноосферного подхода — еще впереди, это одна из важнейших программных задач деятельности будущих ноосферных подразделений. Но характеризуя современные тенденции в развитии ноосферной концепции и пути ее дальнейшего перерастания в фундамен-

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., 1960, т. 23, с. 10.

тальную теорию, необходимо отметить тот исключительно плодотворный деятельный подход к изучению ноосферы и к возможным путям ее построения, который зарождается в недрах отечественной экономической географии (Ю.Г. Саушкин), картографии (К.А. Салищев), экологии человека — социальной экологии (С.С. Шварц), ландшафтоведения и ландшафтной архитектуры (М.Г. Бархин, В.В. Владимиров, И.А. Косаревский, Л.С. Залесская, Т.А. Юргенс и др.). Следует обратить внимание на объединяющее все направления начало: в основу их положено исследование единого природнохозяйственного целого — от всей ноосферы как реального объекта изучения экономической географии до территориальных его ячеек — природнохозяйственных комплексов и их сочетаний. Такой путь к познанию результатов общественноисторического процесса, как мы увидим в дальнейшем, имеет корни в том историческом периоде строительства социалистического общества, который и послужил для В.И. Вернадского своеобразной моделью построения ноосферных представлений.

Другое крупнейшее направление возможного развития ноосферной концепции связано с понятием информации — с ее возникновением, хранением, переработкой, использованием для целей управления ноосферными процессами. Является ли информация вспомогательным познавательным элементом при изучении процесса перехода биосферы в ноосферу, или вместе со своим неизменным материальным носителем ЭВМ она составляет важнейший атрибут самой сущности формирующейся ноосферы — эти вопросы ждут решения.

Наконец, третье основополагающее направление дальнейшего развития концепции ноосферы — изучение человека под углом зрения его сущностной природы, формирования его потребностей, интересов и способностей как результата взаимодействия со средой его жизни и трудовой деятельности — биосферной и ноосферной. Оно также служит предметом настоящих и будущих исследований.

Сущность и рассмотренные пути развития ноосферной концепции как основы будущей фундаментальной теории для целей управления требуют выделения объекта исследования, составляющего структурную и функциональную основу биосферно-ноосферной целостности. Необходимо изучить его свойства и взаимодействие с ним человека.

УПРАВЛЯЮЩИЙ НООСФЕРНЫЙ КОМПЛЕКС

Что же составляет объект изучения и управления складывающейся биосферно-ноосферной целостности?

Теоретическое решение вопроса вытекает из предпринятого выше анализа деятельностной сущности ноосферной концепции. Переход биосферы в ноосферу в эпоху НТР, по В.И. Вернадскому, осуществляется в результате совокупной деятельности человечества, его научной мысли и труда. Социальным двигателем этой деятельности служат народные массы. Следовательно, и объект познания ноосферы как отражение реальной ее сущности и движущей силы ее создания должен быть связан с той областью, где максимально проявляется именно деятельность народных масс. Такой областью, как известно, служила и служит сфера общественного производства, понимаемая обычно как эквивалент хозяйственной или экономической

сферы. Кажется бы, возможен единственный вывод: для условий зрелого социализма основным объектом изучения и управления формирующейся ноосферы, общественного развития должен стать единый народнохозяйственный комплекс (ЕНК). Так считают все или подавляющее большинство наших экономистов, и этот вывод, безусловно, верен, если оставаться в рамках экономики.

Вопросы формирования ЕНК, его структуры, методологии исследования, закономерностей и противоречия развития широко обсуждаются в экономической литературе. Итоги работы по изучению ЕНК были рассмотрены на специальном научном совещании в Казанском университете в сентябре 1980 г., в котором приняли участие ведущие специалисты страны по проблемам развития ЕНК [30]. В работах ученых-экономистов отмечается, что единый народнохозяйственный комплекс представляет качественно новый уровень социалистического обобществления производства, возможный лишь на зрелой стадии социалистического общества. В пределах ЕНК достигается общественная кооперация и специализация производства, совершенствуются производственные отношения, отраслевые и территориальные связи, выравниваются экономические различия между республиками, краями и областями страны, создаются и другие предпосылки, благоприятные единству и комплексности развития народного хозяйства.

Вместе с тем анализ относящихся к ЕНК опубликованных материалов показывает, что во многих чертах этот комплекс еще не полностью сложился. Между отдельными его частями еще нет полной согласованности, что тормозит планомерное ее развитие. Наиболее существенные трудности и противоречия в развитии ЕНК связаны с его социальной структурой, прежде всего с взаимодействием общенародной (государственной) с другими формами социалистической собственности: колхозно-кооперативной, собственностью общественных организаций и личной собственностью. Не преодолены межотраслевые и территориально-производственные противоречия, не решены вопросы комплексного развития непродуцирующей сферы ЕНК, создания единой топливно-энергетической и транспортной системы, охватывающей все звенья комплекса, вопросы материально-технического снабжения и многие другие.

Все они представляются хотя и важнейшими в развитии ЕНК, но все же производными от главного, диктующегося практикой — от проблемы управления ЕНК. Проблема управления единым народнохозяйственным комплексом в целом и крупными подсистемами ЕНК еще не решена. Не определена также управленческая соподчиненность внутрикомплексных хозяйственных предприятий и территориально-производственных комплексов. Как самостоятельная организационно-правовая целостность ЕНК еще не функционирует.

И здесь возникает коренной вопрос: возможно ли в принципе управление социально-экономическим развитием страны только на основе управления единым народнохозяйственным комплексом? Большинство экономистов и политэкономов, судя по их работам и дискуссиям, положительно отвечают на этот вопрос. В достижении оптимальной пропорциональности и сбалансированности всех элементов ЕНК им видится решение основных экономических и социальных задач.

Однако среди них, как и среди экономических категорий, еще нет кон-

кретного человека как гармонично развивающейся свободной личности в создаваемой им гармоничной окружающей среде. Процесс общественного развития, научно-технический прогресс, формирование нравственных идеалов человека не исчерпываются лишь экономическим развитием общества. Есть и другие сферы человеческой деятельности, где формируется и обогащается личность человека и где проявляется "одна из главных предпосылок ноосферы — стремление демократических и социальных организаций трудящихся", народных масс не только к трудовой деятельности в сфере производства, но и "к получению максимального научного знания" [10].

Сущность человеческой культуры, отражающая совокупную "технологичность человеческой деятельности" и определяющая развитие цивилизации в целом, гораздо шире и богаче системы сложившихся экономических отношений общества. Она не укладывается и не может уложиться в рамки экономики, в рамки рассматриваемого единого народнохозяйственного комплекса, а последний не может служить тем целым, которое полностью определяет общественное развитие в процессе перехода биосферы в ноосферу и управляет им. Должен существовать другой, высший тип управляющей целостности, в котором синтезируются грани единого естественно-исторического процесса — развития природы, развития общества, развития человека. Такой высшей целостностью, представляющей качественно новый объект изучения, должен служить природно-народнохозяйственный, или ноосферный, комплекс (НК) [36]. Несмотря на терминологически близкое звучание ЕНК и НК относятся соответственно друг к другу как часть к целому.

Анализ глобальных проблем показывает, что мир, в котором сосуществуют государства с различным общественным строем, формируется: ныне как глобальный природнохозяйственный комплекс. В нем на смену исторически сложившимся естественным природным процессам приходят природно-технологические циклы вещества и потоки энергии, требующие контроля и управления. Биосфера в основном стихийно переходит в высшую эволюционную стадию развития — ноосферу. Единый народнохозяйственный комплекс СССР как преимущественно экономическая система реально может функционировать лишь в рамках системы высшего порядка — метасистемы, охватывающей все проявления взаимодействия человека с природой, хозяйственной и социокультурной составляющими единого естественно-исторического целого — природно-народнохозяйственного комплекса.

Крупнейшая часть мирового природно-хозяйственного целого — ноосферный комплекс (НК) нашей страны — является той управляющей системой, в пределах которой осуществляется вся жизнь общества и развитие человеческой личности: взаимодействие общества и природы, физическое и духовное совершенствование человека, формирование его потребностей как основной движущей силы социально-экономического и культурного развития общества и научно-технического прогресса. Природно-народнохозяйственный комплекс выступает деятельностным началом, которое переводит биосферу в ноосферу; внутри него и создается новый — ноосферный — тип организованности будущей коммунистической цивилизации.

Познание закономерностей формирования ноосферного комплекса, его структуры и функционирования для целей его научного управления, — это принципиально новая задача, встающая перед наукой и перед обществом

в целом. В сущности, это задача познания путей сознательного построения ноосферы. Она требует новых подходов, качественно новой методологии исследования, — такой методологии и отвечающего ей такого типа мышления, когда главным объектом изучения становится все целое, весь природно-народнохозяйственный комплекс. При этом должна сохраняться главная цель — создание фундаментальной теории управления НК нашей страны для практического ее использования. Направленность на практику и составляет деятельность сущность ноосферной концепции В.И.Вернадского. На основе марксистско-ленинского понимания единства теории и практики и строится ноосферная методология, способствующая изучению НК нашей страны, а в дальнейшем — и природно-народнохозяйственного (ноосферного) комплекса всей мировой социалистической системы.

Сейчас еще трудно дать исчерпывающую характеристику ноосферной методологии — ее разработка входит в круг основных задач будущих исследований. Отметим лишь некоторые ее черты. В основе ноосферного подхода лежит общность законов развития природы (биосферы) и общества как единого естественноисторического процесса. Человек, человеческая мысль, общество в ноосферной концепции В.И.Вернадского представляются не случайным явлением, а закономерным результатом эволюции живого вещества биосферы, выражением общих законов ее развития на протяжении миллиардов лет ее истории.

Генетическая связь биосферы—человека—общества приводит к целому ряду важных практических следствий, находящихся отражение в ноосферной методологии. Оказывается возможным (разумеется, с учётом специфики общественного развития) применить некоторые законы функционирования биосферы и ее структурной организованности к анализу процесса перехода биосферы в ноосферу как природно-хозяйственного процесса.

Прочное овладение биосферной методологией дает возможность в ноосферном подходе реализовать некоторые общеобязательные принципы исследования, такие, как принцип историзма, принцип гуманизации, пространственно-временной анализ естественноисторического процесса, исследование вещественно-энергетических и информационных потоков, обязательное изучение принципов организованности природных и "рукотворных" эко- и ноогенных систем, пределов их толерантности (устойчивости) к антропогенезу, энергоэнтропийный анализ, исследование вариативности и др. Из других аспектов складывающейся ноосферной методологии необходимо выделить те, что составляют деятельность сущность самой ноосферной концепции. Это прежде всего органическое сочетание интересов общества, народных масс и отдельной человеческой личности, обязательный научный подход к анализу явлений (научная мысль — главная предпосылка создания ноосферы!), проверка соответствия принципу интенсивности развития и принципу комплексности, сохранение оптимальных параметров жизни в создающихся новых типах ноосферной организованности. И конечно же, все ноосферные методологические принципы наиболее полное выражение находят в главном — принципе максимального проявления разума.

Не все из названных выше конкретных биосферно-ноосферных принципов исследования можно с одинаковым успехом применить к анализу природно-народнохозяйственного комплекса нашей страны и других крупнейших природно-хозяйственных комплексов мира. Не все они, быть

может, сохраняться в ноосферных подходах будущего, но уже сегодня практическое применение некоторых из них открывает новые горизонты познания.

Структурная схема ноосферного комплекса (НК) представляется состоящей из пяти взаимодействующих сфер: человека, природной среды (биосферы), хозяйственной (технологической), социально-культурной и структурно объединяющей их сферы управления, которая регулирует взаимодействие человека с другими сферами комплекса (см. рисунок). Все они связаны информационными потоками посредством прямых и обратных связей. Обозначенные сферы природно-народнохозяйственного комплекса не находятся отдельно друг от друга и не лежат рядом, как для удобства рассмотрения показано на рисунке. Они взаимно проникают, перешлепываются сотнями нитей — информационных и вещественно-энергетических потоков, образуя неделимую целостность. Но только анализ каждой из составляющих НК с позиции ноосферного подхода позволит увидеть внутреннюю логику структурной основы комплекса и его функционирования.

Структурные звенья природно-народнохозяйственного комплекса равнозначны, и выпадение одной из пяти главных сфер привело бы к разрушению всей целостности. Однако материальным носителем всей социально-экономической деятельности общества является природная среда — биосфера Земли. Она же, как было отмечено, служит и естественнонаучным фундаментом концепции ноосферы; с нее в качестве примера и начнем характеристику составляющих ноосферного комплекса нашей страны.

Природная сфера (биосфера). Основатель общего учения о биосфере В.И.Вернадский неоднократно подчеркивал, что общежитийские понятия "природы" могут отвечать либо части, либо всей биосфере Земли. Другой "природы", кроме биосферы — планетарной оболочки, развивающейся под воздействием живого вещества, реально не существует.

Природная составляющая ноосферного комплекса — это биосфера в целом и ее отдельные экологические регионы (экосистемы и их сочетания). Биосфера здесь выступает в трех главных сущностях: 1) колыбель человека разумного, неустранимая основа его физического и духовного обогащения, 2) материальный носитель всех без исключения хозяйственных и социальных преобразований общества; 3) единственный из ныне известных источников всех природных ресурсов. Следовательно, биосфера служит реальным пространством—временем, вмещающим весь процесс общественно-исторического развития. В познании законов эволюции биосферы и ее организованности лежит ключ к действительно разумному преобразованию ее трудом и социальной мыслью человека, к построению ноосферы.

В ряду других составляющих НК нашей страны биосферная служит природным структурным фундаментом его функционирования. В связи с этим первейшей научно-производственной задачей предстоящих работ является экологобиосферное районирование территории СССР. Его результатом должны стать базовые эколого-биосферные карты—атласы и кадастры в всех природных экорегионах страны, а в более отдаленной перспективе — и мира. Такие карты—атласы, содержащие информацию о структурно-функциональных особенностях и истории развития крупных биосферных общностей — экорегионов и составляющих их экосистем, являются природной основой для планомерного преобразования существующей организо-

ванности биосферы и создания новых элементов структуры биосферы—ноосферы, а затем и новой организованности ноосферы, оптимальной для жизни и деятельности человека.

Другой главной задачей — более дифференцированным уровнем рассмотрения биосферы — служит вещественно-энергетическое и информационное изучение компонентов "панбиосферы" (по Б.С.Соколову): горных пород, включая продукты былых биосфер, почв, растительности, природных вод и газов, приземного и надземного атмосферного воздуха, всего разнообразия живых организмов. Компонентный аспект познания биосферы имеет не только огромное теоретическое, но и прямое практическое значение. Компоненты биосферы, переходящие на определенном историческом этапе развития общества в сферу его хозяйственного использования, есть не что иное как возобновляемые и невозобновляемые природные ресурсы. Информация о компонентах биосферы (и природных ресурсах) должна быть дифференцирована по каждому эколого-биосферному региону, по каждой из выделенных в их пределах больших и малых экосистем; она записывается и хранится в памяти ЭВМ создающейся государственной сети вычислительных центров (ВЦ), расположенных в крупных административно-территориальных центрах. Для быстрого и эффективного ее использования в практике централизованного и территориального управления ноосферного комплекса информация о структуре (экорегионы и экосистемы) и компонентах биосферы должна быть "свернута", т.е. соответствующим образом интегрирована и выражена относительно небольшим числом показателей, которые могут быть введены в информационно-управленческие потоки. Инвентаризация и интегрирование неозримого — десятки и сотни тысяч данных — количества информации о компонентах и ресурсах биосферы представляет сейчас наиболее актуальную, не терпящую отлагательств задачу "большой науки". Эта задача сложна и трудоемка на поисковом этапе, но вполне выполнима посредством автоматизации научных исследований и с помощью широкого использования ЭВМ и информационно-поисковых систем. Применение же неинтегральных и несистематизированных массивов биосферной информации в практике управления (как и в научной работе) становится неосуществимым. Описание, например, компонентов одного ландшафта, по данным проф. В.С. Преображенского, занимает один или несколько увесистых томов.

Создание природной (эколого-биосферной) основы НК в форме карт-атласов, описаний, кадастров, математических моделей и т.п. имеет не только непосредственное хозяйственное, но и большое социальное значение для разработки долговременных мероприятий по улучшению окружающей среды, а в перспективе — и создания гармоничной окружающей среды, отвечающей новому типу биосферно-ноосферной организованности будущего.

Результатом комплексного изучения биосферной составляющей НК для целей управления будет формирование обновляющейся биосферной базы данных (ББД) и автоматизированных, территориально распределенных биосферных систем, получающих и перерабатывающих как наземную информацию, так и информацию, поступающую из космоса. Конечная цель биосферной базы данных заключается в создании естественнонаучной основы оптимальной жизнедеятельности человека в различных природных ре-

гионах биосферы — наиболее благоприятных условий его труда, отдыха, физического и эстетического развития, а также поддержания культурологических и национальных традиций народа. Информация, заложенная в ББД, должна содержать по каждому региону ответы о критических пределах антропогенных преобразований, за которые переступать нельзя, чтобы не разрушить целостную биосферно-ноосферную организованность, с одной стороны, а с другой — чтобы сохранить естественную или создаваемую коллективным трудом и разумом ноогенную основу жизненных и престижных потребностей человека. В сущности, именно биосфера и ее новое эволюционное состояние — ноосфера служат и будут служить неиссякаемым источником формирования всех диктуемых разумом и нравственностью потребностей человека настоящего и будущего.

Хозяйственная (технологическая) сфера. Хозяйственную деятельность общества нельзя рассматривать в отрыве от социальных задач и мероприятий, так же как и от социально-биологической природы и потребностей самого человека и человеческих коллективов. Они неотделимы друг от друга. Однако хозяйственная деятельность в "снятом" виде, т.е. осуществляемая определенными технологическими способами, с затратой ресурсов, энерговооруженного труда, производством и накоплением конечных продуктов, образует относительно самостоятельную технологическую сферу (см. рисунок). Ее составляют три основных структурно-функциональных элемента: 1) ресурсы (используемые компоненты биосферы); 2) основные технологии общественного производства (вещественно-энергетические технологические потоки); 3) накопленные конечные продукты материального производства и потребления.

Существуют разные подходы к анализу хозяйственной деятельности в целом и к оценке технологий. Вместе с тем еще нет такого подхода, который бы охватывал технологическую сферу производства как целостное общественное явление. Нет и научного направления, которое бы рассматривало общие закономерности возникновения технологий общественного производства (независимо от их ведомственной принадлежности); пространственно-временное движение их структурных элементов в биосфере от ресурса к конечному или промежуточному продукту (диалектику их взаимовлияния); причины и пути их саморазвития в различные исторические периоды или, напротив, их угасания и упадка.

Что придет завтра на смену сегодняшним технологиям, многие из которых еще представляются столь незыблемыми, что и вопросы об их коренной ломке кажутся сейчас неуместными? Какой принципиально новый тип технологической деятельности и технолого-производственной культуры должен отвечать коммунистической цивилизации будущей ноосферы взамен нынешним энерго- и ресурсоемким производствам? Каковы пределы воздействия современного технологического давления на биосферу Земли и ее окружение? Подобные вопросы можно отнести и к вырабатываемым конечным продуктам, к истинным потребностям и здоровью человека, к эстетическим и этическим ценностям общества.

Процесс перехода биосферы в ноосферу, как отмечалось ранее, есть разрывание во времени и в пространстве научной мысли, опыта и труда человечества. Технологии и овеществленные продукты производства в данный исторический период представляют сгустки научной и инженерной

мысли; в значительной степени они характеризуют достигнутый уровень технического строения производства, уровень общей культуры общества, сложившиеся традиции и ряд других критериев общественного развития. Следовательно, технологические процессы также возможно анализировать с точки зрения их пространственно-временной динамики в регионах биосферы. С позиций биосферно-ноосферной методологии нас будут интересовать не собственно сами технологии как определенные способы (операции) производства, а их материально-энергетическое выражение — технологические (техногенные) потоки вещества и энергии, возникающие в результате производственной деятельности в технологической цепочке от природных ресурсов биосферы к накоплению и распределению конечных продуктов.

Простеживая пути движения техногенного (или биогенного) вещества от места его добычи до конечных звеньев потребления, можно выявить вертикальную и горизонтальную структуру технологических потоков, вскрыть важные закономерности взаимного влияния и тесного переплетения технологий, управляемых различными ведомствами. Дальнейший анализ с позиций ноосферного подхода позволяет строго увязать те или иные технологические потоки с природными условиями конкретных эколого-биосферных регионов; выявить участки опасной для экосистем биосферы и здоровья человека техногенной нагрузки; провести энерго-энтропийный анализ всего техногенного потока или его отдельных звеньев и выявить их направленность; определить оптимальные пути управления главными типами технологических потоков (а их, как показывает анализ, сравнительно немного, если исходить из типа исходного ресурса — руды, угля, нефти, газа, леса, продуктов земледелия, животноводства и др.).

Предложенный общий подход к анализу технологических потоков, основанный на биосферно-ноосферных принципах, неизбежно вскрывает и дефекты самих технологий, определяя резервы материало- и энергоемкости техногенеза и тем самым ориентирует производство на режим экономии и на его соответствие экологическим условиям биосферы. Здесь открывается широкое поле поисков оптимальных для человека автоматизированных систем технологий. Картографирование энерго-производственных циклов и путей движения промежуточных и конечных продуктов техногенеза на параллельно создаваемых эколого-биосферных картах-кадастрах, создание единой постоянно обновляемой информационной базы "техногенных данных" (ТБД) открывает новые возможности подлинно научного управления технологическими потоками в общем цикле управления ноосферного комплекса.

В заключение остановимся на вопросе о возможном коренном изменении традиционных технологий общественного производства в недалеком будущем. Из ноосферной концепции В.И.Вернадского вытекает ряд важных следствий, рассмотренных нами выше; они могут быть приложимы и к прогностическому анализу технологий. Экстенсивно-интенсивный характер развития научной мысли (и вообще разума) свойствен и развитию технологий. Долгий период господствования экстенсивных тенденций в экономике отрицательно сказался и на технологической сфере: многие технологии, особенно в черной и цветной металлургии, химической промышленности, отраслях добывающей промышленности, требуют кардинальной перестройки. Они не отвечают ни организованности естественной биосферы

(разрушают ее), ни элементам создающейся ноосферной организованности (противостоят ей). Исходя из общих закономерностей движения научной мысли, нынешние технологии неизбежно вступают на путь интенсивного развития. Мы не знаем, какие конкретные разработки он принесет, но можно ожидать, что наступлению ноосферной эры будет отвечать наступление эры биотехнологий. Последние должны прийти на смену ныне господствующим энергоемким загрязняющим окружающую среду технологиям и производствам, которые ведут к деградации заключенной в ископаемом топливе энергии, к повышению энтропии, к наметившемуся воздействию на здоровье человека. Биотехнологии и тесно связанные с ними методы геной инженерии направлены к концентрации свободной энергии и уменьшению энтропии, что соответствует определенной направленности эволюции живого вещества и биосферы в целом. На нынешнем этапе развития технологической сферы НК задачей работ должен стать детальный анализ движения техногенных потоков в биосфере с целью выявления общих законов техногенеза и управления еще сильно разобщенными техногенными циклами вещества и энергии, чтобы поставить их на службу возвышения потребностей и способностей человека.

Социально-культурная сфера. Социокультурная составляющая природно-народнохозяйственного комплекса представляет собой сложное неоднородное явление. Она может быть рассмотрена с различных точек зрения: социологической, психологической, философской, юридической, культурологической, этической и др. В социокультурной сфере реализуются проявления общественной сущности человеческой личности, взаимодействия людей друг с другом, различных классов и групп в соответствии с их профессиональными и общекультурными интересами.

В ноосферном подходе социокультурная составляющая единой ноосферной целостности выступает преимущественно с позиций информационно-управляющих воздействий. В ней сосредоточены основные социальные институты, осуществляющие непосредственное информационное обеспечение и управление материальным и духовным производством общества. Объединенная по отраслевым информационным взаимодействиям, в социокультурной сфере формируется система социальных информационных потоков, которая посредством системы духовной деятельности общества — науки и культуры — тесно связана с технологической сферой, биосферой и человеком (см. рисунок). Каждый из отраслевых потоков служит частью социальной структуры общества, имеет свои собственные управляющие воздействия, собственные органы информационной связи и управления. В то же время, подчеркнем, как часть общего целого отраслевые структуры не могут функционировать сами по себе: множеством зримых и незримых нитей они связаны и между собой, и с наукой, и с культурой, и с другими составляющими НК.

При ноосферном анализе, т.е. при рассмотрении их исторического движения во времени и пространстве и взаимодействии их с человеком возникает потребность их целостного представления в информационно-управляющем природно-народнохозяйственном комплексе. Каким образом это можно сделать, еще нет единого мнения. К сожалению, мы пока не можем указать ни одного примера системы показателей в социологии, ориентированной на выражение интегральных качественных признаков исследуемого объек-

та — ноосферного комплекса. По нашему мнению, построение любой системы показателей социально-культурного развития должно основываться на наиболее общих и устойчивых показателях (из огромного числа реально действующих связей и отношений в общества), отражающих общественную (социокультурную) сущность бытия человека в обществе зрелого социализма, а в будущем — и в коммунистическом обществе ноосферы. Разработка методологических основ целостного выражения информационно-управляющей природы социокультурной составляющей НК служит одной из главных задач предстоящих исследований. Путь к выработке общей ноосферной методологии должен лежать, с одной стороны, через познание сущности человека, а с другой — через анализ информационной сущности взаимодействия человека с биосферной, технологической и социокультурной составляющими ноосферной целостности.

Человек. В концепции ноосферы человек, с его творческой научной мыслью и созидательной деятельностью, выступает высшей социальной и личностной ценностью. Условием построения ноосферы — основой основ ее достижения — В.И.Вернадский считал слияние интересов "всех и каждого" — интересов народных масс и свободной человеческой личности. Такое высшее социально-личностное единство и определяет, по В.И.Вернадскому, жизнь человечества как единого целого, служит "мерилом его представлений о справедливости". В выделенной ноосферной целостности — природно-народнохозяйственном комплексе — человек проявляется в двух диалектически взаимосвязанных сторонах своей сущности: как органическая часть общественного целого, коллективного человеческого организма, социальная мысль и труд которого производят коренную перестройку биосферы, создавая предпосылки перехода ее в ноосферу, и как индивидуальная человеческая личность, высшее создание биосферы, активно воздействующее своей деятельностью и нравственной стороной разума на ход естественно-исторического процесса. Поскольку ноосферная целостность сама по себе не функционирует, требует научного управления, человек как субъект управления становится не только равноправной из четырех составляющих природно-народнохозяйственного комплекса, но его ядром, основой, центростремительной организующей силой. К развитию личности и свободы научного искания человека, к его совершенствованию и направлена, по В.И.Вернадскому, вся деятельность "общества научного социализма", творящая ноосферу.

Гуманистические идеи гениального основателя учения о биосфере и ноосфере, о роли человеческой личности как деятельностного созидющего начала и как заслуживающей самого высокого уважения непреходящей ценности человеческой цивилизации отвечают марксистско-ленинскому пониманию личности в истории.

Идейная и методологическая близость к марксистско-ленинской философии ноосферного, согласно В.И.Вернадскому, подхода к человеку дает возможность в будущей практической реализации ноосферной программы использовать богатый материал научной реализации ноосферной программы в работах классиков марксизма-ленинизма, современных исследователей, представителей различных наук — философии, экономики, социологии, кибернетики, психологии, педагогики, права, биологии и др.

Деятельность человека, направленная к созданию ноосферы и выражаю-

щая интересы "всех и каждого", приобретает глубочайший жизненный смысл, становится высшей целью общественного бытия человека, основой его физического и нравственного совершенства. Так понятая человеческая деятельность — а именно она и характеризует всю деятельностную сущность ноосферной концепции — обретает у В.И.Вернадского конкретный смысл духовно-практической деятельности. Повседневная работа "всех и каждого" возвышается до подлинно творческого труда, сознательно преобразующего биосферу в новое ее эволюционное состояние — ноосферу, а вместе с ней преобразуется и "человек биосферы", формируется новый тип свободной человеческой личности ноосферы — носителя новых гуманистических идеалов, выражающихся в формуле слияния интересов народных масс и личности.

АБСТРАКТ

The effective essence of the V.I.Vernadsky's noosphere concept is discussed. Its genetic relationship with problems of the management of the biosphere-noosphere integrity under formation is shown. The natural national economic complex as a prototype of the future noosphere complex is recommended to be singled out as the object of the scientific management. The main components or the complex spheres are characterized. They are: natural (biosphere), technogenic, socio-cultural spheres and sphere of Man. The structural scheme of the USSR natural national economic complex is recapitulated.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аганов Б.Н.* Творить "поэзию ноосферы"! — Лит. газ., 1973, 12 дек., № 50, с. 10.
2. *Аксенов Г.П.* Постигая Вернадского: (К 120-летию со дня рождения ученого). — Вестн. АН СССР, 1983, № 9, с. 134—141.
3. *Антонов Н.П., Барякин В.Н.* О двух концепциях ноосферы. — Науч. докл. Высш. шк. Филос. науки, 1978, № 6, с. 103—108.
4. *Афанасьев В.Г.* Системность и общество. М.: Политиздат, 1980. 365 с.
5. *Бархин М.Г.* Архитектура и человек. М.: Наука, 1979. 237 с.
6. *Барякин В.Н.* Методологический статус и современная интерпретация понятия "ноосфера". — Науч. докл. Высш. школы. Филос. науки, 1983, № 4, с. 52—58.
7. *Вернадский В.И.* Проблемы биогеохимии: Значение биогеохимии для изучения биосферы. Л.: Изд-во АН СССР, 1934. Вып. 1. 47 с.
8. *Вернадский В.И.* Биогеохимические очерки (1922—1932). М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. 249 с.
9. *Вернадский В.И.* Несколько слов о ноосфере. — В кн.: Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965, с. 323—329.
10. *Вернадский В.И.* Размышления натуралиста. Научная мысль как планетарное явление. М.: Наука, 1977. 191 с.
11. *Волков Г.Н.* "Экологический кризис" и социалистическое природопользование. — Коммунист, 1976, № 12, с. 32—43.
12. *Гиренок Ф.И.* Теоретический смысл "единой науки" в концепции ноосферы В.И.Вернадского. — Вестн. МГУ. Сер. 7, Философия, 1980, № 1, с. 51—57.
13. *Гирусов Э.В.* Система "общество—природа": (Проблемы социальной экологии). М.: Изд-во МГУ, 1976. 166 с.
14. *Голубец М.А.* Ноосфера сучасний етап еволюції біосфери. — Вестн. АН УССР, 1978, № 1, с. 96—100.
15. *Жданов Ю.А.* Учение о биосфере в свете диалектической концепции развития. — В кн.: Человек и биосфера. Ростов н/Д.: Изд-во Рост. гос. ун-та, 1973, с. 5—33.
16. *Ивакин А.А.* Современное методологическое значение идей В.И.Вернадского о био-

- сфере и ноосфере. — В кн.: Человек, его социальная и природная среда: Материалы респ. научно-теорет. конф. Алма-Ата: Наука, 1975, с. 91–95.
17. *Казначеев В.П.* Очерки теории и практики экологии человека. М.: Наука, 1983. 260 с.
 18. *Кедров Б.М.* К вопросу об эволюции мировоззрения В.И.Вернадского. — В кн.: Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Научная мысль как планетарное явление. М.: Наука, 1977, с. 178–180.
 19. *Ковда В.А.* Биогеохимические циклы в природе и их нарушение человеком. М.: Наука, 1975. 72 с.
 20. *Козиков И.А.* О социальных факторах становления ноосферы. — В кн.: Природа и общество. М.: Наука, 1968, с. 335–340.
 21. *Кузнецов И.В.* Естествознание, философия и становление ноосферы. — В кн.: Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Научная мысль как планетарное явление. М.: Наука, 1977. с. 163–177.
 22. *Куражковская Е.А., Фурманов Г.Л.* Философские проблемы геологии. М.: Изд-во МГУ, 1975, с. 197–211.
 23. *Лантев И.Д.* Мир людей в мире природы. М.: Молодая гвардия, 1978. 286 с.
 24. *Ласкорин Б.Н.* Итоги работы и задачи научно-технических обществ по защите окружающей среды в свете решения XXVI съезда КПСС. — В кн.: Материалы Заседания, посвященного Всемирному дню окружающей среды 5 июня 1981 г. М.: Наука, 1982, с. 24–28.
 25. *Майзель И.А.* Становление коммунистической цивилизации и развитие науки. Л.: Знание, 1979. 36 с.
 26. *Мамзин А.С., Смирнов В.В., Тянь Н.М.* Общество и природа: статья 1. — Науч. докл. Высш. шк. Филос. науки, 1981, № 1, с. 136–143.
 - 27–28. *Мамзин А.С., Смирнов В.В., Тянь Т.М.* Общество и природа: статья 2. — Науч. докл. Высш. шк. Филос. науки, 1981, № 2, с. 127–134.
 29. *Мартынычев И.В.* Мировоззрение естествоиспытателя. М.: Мысль, 1980. 221 с.
 30. Материалы совещания по актуальным проблемам развития ЕНК. — Экон. науки, 1981, № 3, с. 111–117.
 31. *Медянцева М.П.* Этические проблемы наук. Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 1977, с. 52–61.
 32. *Микулинский С.Р.* О понятии ноосфера. — Вопр. истории естествознания и техники, 1983, № 3, с. 43–49.
 33. *Моисеев Н.Н.* Человек, среда, общество. М.: Наука, 1982. 240 с.
 34. *Мочалов И.И.* Вернадский — человек и мыслитель. М.: Наука, 1970. 175 с.
 35. *Мочалов И.И.* Владимир Иванович Вернадский. М.: Наука, 1982. 488 с.
 36. *Назаров А.Г.* Учение В.И. Вернадского о биосфере и переход в ноосферу. — В кн.: Кокорев Б.В., Назаров А.Г. Первая всемирная выставка: Охрана окружающей среды. М.: Знание, 1976, с. 17–40.
 37. *Назаров А.Г.* Биосферно-ноосферные аспекты биогеохимического круговорота. — В кн.: Биогеохимический круговорот веществ: В кн.: Тез. докл. Всесоюз. конф., Пушкино, 7–9 дек. 1982 г. М.: Наука, 1982, с. 5–7.
 38. *Олейников А.Н.* Ноосфера. — В кн.: Проблемы развития советской геологии. Л.: Недра. 1971, с. 193–198. (Тр. ВСЕГЕИ. Н. С.; Т. 177).
 39. Переписка В.И. Вернадского с Б.Л. Личковым. 1918–1939. М.: Наука, 1979. 270 с.
 40. Переписка В.И. Вернадского с Б.Л. Личковым. 1940–1944. М.: Наука, 1980. 223 с.
 41. *Плетников Ю.К.* Современное состояние и перспектива взаимодействия общества и перспективы взаимодействия общества и природы. — Социол. исслед., 1979, № 1, с. 112–113.
 42. *Преображенский В.С.* Ландшафты в науке и практике. М.: Знание, 1981. 48 с.
 43. *Резник С.О.* От биосферы к ноосфере. — Новый мир, 1974, № 2, с. 184–187.
 44. *Руткевич М.Н.* Биосфера, общество и "ноосфера". — В кн.: Философские проблемы биологии. М.: Наука, 1973, с. 248–252.
 45. *Саушкин Ю.Г.* Географическая наука в прошлом, настоящем и будущем. М.: Просвещение, 1980, 269 с.
 46. *Сергеев Е.М., Мельников К.П.* Идеи В.И. Вернадского о ноосфере и дальнейшее развитие инженерной геологии. — Вестн. МГУ. Сер. 4, Геология, 1963, № 1, с. 43–47.

47. Сидоренко А.В. Новое в учении о биосфере. — Будущее науки, 1981, вып. 14, с. 175–186.
48. Соколов Б.С. Жизнь и геология. — Человек и природа, 1982, № 11, с. 7–47.
49. Тейяр де Шарден. Феномен человека. М.: Мир, 1965, 296 с.
50. Трусов Ю.П. Экологический подход и проблемы становления ноосферы. Пушино, 1980, 15 с. Препр.
51. Ферсман А.Е. Избр. труды. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1958, т. 5, с. 787–788.
52. Флоренский К.П. Предисловие. — В кн.: В.И. Вернадский. Живое вещество. М.: Наука, 1978, с. 1–10.
53. Шестоपालко А.Г. Некоторые философские аспекты проблем управления биосферой. — В кн.: Проблемы диалектического материализма. М.: Изд-во МГУ, 1973, вып. 15, с. 205–215.
54. Яковлев В.П. Учение В.И. Вернадского о биосфере. — В кн.: Человек и биосфера. Ростов н/Д.: Изд-во Рост. гос. ун-та, 1973, с. 34–45.
55. Яншин А.Л. Методологическое значение учения В.И. Вернадского о биосфере и преобразовании ее в ноосферу. — В кн.: Методология науки и научный прогресс. Новосибирск: Наука, 1981, с. 69–83.

УДК 001 (091)

С.Р. Микулинский

В.И. ВЕРНАДСКИЙ КАК ИСТОРИК НАУКИ

Владимир Иванович Вернадский уделял большое внимание философии и методологии науки. Поэтому правильнее и точнее было бы назвать настоящую статью как "Проблемы философии и методологии науки в трудах В.И. Вернадского".

Еще недавно широкие круги научной общественности, хорошо зная В.И. Вернадского как творца новых научных направлений — генетической минералогии, радиогеологии, геохимии, биогеохимии, как создателя современного учения о биосфере и планетарной роли живого вещества, мало знали, что он был, помимо всего этого, еще и выдающимся историком науки.

Здесь мы сталкиваемся с одним из парадоксов, которыми полна жизнь В.И. Вернадский — великий ученый, имя его не сходит со страниц научной литературы, а его работа в одной из областей науки, которой он отдал много сил и времени, долго оставалась недостаточно оцененной и даже малоизвестной.

История науки занимала особое место в творчестве Вернадского. Она была в его глазах такой же профессией, как работа в любой другой области знаний и стала для него таким же профессиональным занятием, как его исследования по геологии, минералогии, геохимии. По свидетельству академика А.А. Полканова, Вернадский любил говорить, что он, в сущности, историк науки. Уже в самом начале своей научной деятельности, в 1889 г., Вернадский писал: "Если бы не сомнения и не сознание своих недостаточных и филологических знаний, я с головой окунулся бы в историю науки..." [2]. Несмотря на сомнения, Вернадский все глубже погружается в изучение истории науки. И если вначале это связано с его работой по подготовке курсов минералогии и кристаллографии, поскольку он был убежден, что нет лучшего способа раскрыть содержание проблемы, состоящие и перспективы какой-либо науки, как рассмотреть ее исторически, в

развитии, то постепенно у него зреет мысль о более широком значении истории науки.

Его работа в области геохимии успешно продвигается, уже зреет новаторская программа исследований: "С каждым днем яснее и яснее становится картина, — пишет он, — и мне иногда блещит перед умственным взором общая схема химической жизни Земли, производимой энергией Солнца" [6, л. 76]. И все же мысль об истории науки не оставляет его. "У меня выясняется больше и больше план истории развития человеческого знания. Написать его надо много лет — можно бы, казалось, потратить на это всю жизнь" [3, л. 49]. Он смотрит на изучение истории науки уже не только с точки зрения его важности для углубления знаний в области той или иной частной науки, а его значения для научного мировоззрения. "Меня интересует не одна прагматическая сторона, хотя важно связное изложение самого хода развития науки, согласно новейшим данным. Ничего подобного нет в литературе. Меня привлекает мысль о возможности некоторых обобщений в этой области и о возможности этим историческим путем глубже проникнуть в понимание основ нашего мировоззрения, чем это достигается путем ли философского анализа или другими отвлеченными способами [4, л. 56]. И в заключение: "Меня все более занимает мысль: посвятить серьезно свои силы работе над историей развития науки... На много лет такая работа, так как много надо самому к ней готовиться" [4, л. 56]. Это не были только мечтания. За этим стоял уже большой труд и конкретно, хотя пока и фрагментарно, сформулированная программа исследования коренных вопросов "о значении личности и уровня общества (политической жизни) для развития науки, о самих способах открытия научных истин (особенно любопытно изучить тех лиц, которые делали открытия задолго до их настоящего признания наукой). Мне кажется, изучая открытия в области науки, делаемые независимо разными людьми при разной обстановке, возможно глубже проникнуть в законы сознания (познания. — С.М.) в мире" [4, л. 57].

Чтобы оценить оригинальность и новизну мыслей Вернадского о значении и задачах истории науки, достаточно напомнить, что в то время известный французский историк Поль Таннери еще не опубликовал свои программные статьи, в которых поднимал вопрос о всеобщей истории естествознания как целого, развивающегося в связи с историей общества и историей идей.

В 1893 г. у Вернадского созревает план "Введения" в историю физико-химических наук, хотя он сознает, что времени у него не хватает, о чем и пишет в своем письме жене.

С начала 90-х годов XIX в. и до самой смерти Вернадский не оставлял работу по истории науки. По подсчетам И.И. Мочалова, сохранившиеся в архивах материалы Вернадского по истории науки насчитывают около 8 тыс. листов. Среди них, помимо подготовительных набросков, выписок, планов и т.д., рукописи крупных монографий "Очерки по истории естествознания в России в XVIII столетии", "Академия наук в первое столетие своей истории" и другие работы, в настоящее время частично опубликованные [1].

Характерно, что одним из ранних набросков Вернадского по истории науки был, относящийся к 1903 г., набросок "Прогресс науки и народные массы", а одной из первых опубликованных работ — брошюра "О значении

трудов М.В. Ломоносова в минералогии и геологии”, вышедшая в Москве в 1900 г. В последующие годы Вернадский опубликовал очерк истории кристаллографии (в книге “Основы кристаллографии, 1903), “Страница из истории почвоведения. Памяти В.В. Докучаева” (1901), “Канти естествознание” (1904), “Памяти М.В. Ломоносова” и “Общественное значение Ломоносовского дня” (1911), “Из истории идей” (1912), “Мысли о современном значении истории знаний” (1927), большую статью о К.М. Бэре (1927), “Работы по истории знаний” (1927), “Гете как натуралист” (1938; опубликована в 1946), очерки о Н.И. Кокшарове, А.В. Гадолине, Ф.Н. Чернышеве, Б.Б. Голицине, А.Н. Краснове, А.П. Карпинском и др.

Помимо этого, почти каждый труд Вернадского в специальных областях сопровождался историческими обзорами, часто представлявшими собой по богатству фактического материала и новизне трактовок оригинальные историко-научные исследования. Уже на склоне лет Вернадский много работал над книгой “Научная мысль как планетное явление”, которая была основана на изучении роли науки в обществе и содержала большой исторический материал.

Перечисленные работы далеко не исчерпывают все труды Вернадского по истории науки, но и они уже дают представление об огромном объеме и разнообразии его историко-научных исследований.

Научное наследие Вернадского содержит огромное богатство идей, мыслей, наблюдений как о самом развитии науки и техники и их роли в обществе, так и относительно методологии истории науки и техники как отраслей знания. Его труды в области истории науки по широте, глубине и смелости постановки вопросов во многом опережали свое время.

* * *

Уже в начале своей научной деятельности, т.е. в конце XIX в., Вернадский пришел к мысли, что история науки является важнейшим связующим звеном между естествознанием и философией, и имеет первостепенное значение для формирования научного мировоззрения. Раскрыть историю становления, развития и трансформации научного мировоззрения, движущие силы, механизмы, пути коренных сдвигов в представлениях человека о мире и его месте в нем, проследить в деталях конкретные формы и обстоятельства, в каких происходили эти сдвиги, переломы, перестройки в научной картине мира, т.е. закономерности движения научной мысли в ее связи с жизнью общества — так понимал Вернадский цель и назначение истории науки и техники. Научное мировоззрение, отмечал Вернадский, постоянно изменяется, развивается ”и это изменение научного мировоззрения в целом или в частностях составляет задачу, которую должна иметь в виду история науки, история естествознания или крупных его частей” [1, с. 69].

Он смотрел на историю естествознания как на неотъемлемый элемент общей истории человечества, истории культуры. Раскрывая прошлое, история науки помогает ученому лучше понять настоящее, охватить своим взглядом все поле науки, науку как живое, развивающееся целое, взаимосвязи ее областей и место своих исследований в ней, осознать роль и назначение науки в истории человечества, ее связи с другими сферами человеческой деятельности. Поэтому, по нашему мнению, совершенно правы В.П. Каз-

начеев и А.Л. Яншин, утверждающие, что труды Вернадского по истории науки "следует рассматривать как новую фундаментальную главу в развитии современного естествознания. В этих работах ученый пытается раскрыть закономерности взаимодействия человечества и природы в их эволюции, важным звеном в которой являются также закономерности развития научной мысли и связь научного мировоззрения с другими формами общественного познания в их едином неделимом историческом движении" [15]. Реализации этих целей Вернадский посвятил свой труд "Очерки по истории современного научного мировоззрения" (1902—1903). Широта замысла и невероятно обширный охват конкретного исторического материала сочетались в нем со скрупулезным анализом фактов, неожиданными и глубокими обобщениями. Здесь в деталях рассматривается история открытия книгопечатания, исследований формы и размеров Земли, история великих географических открытий, астрономии и математики, значение достижений во всех этих областях для развития науки, победы и распространения научного мировоззрения. Рассмотрены также роль народных масс и производственной практики в прогрессе научного знания, взаимодействие науки и философии, науки и техники и другие проблемы. Эти очерки охватывают развитие науки в XV—XVI вв.

Многое в этом труде более чем 75-летней давности естественно мы можем теперь уточнить, оспорить и даже опровергнуть. В этом нет ничего удивительного. Удивительно другое — обилие поставленных проблем, которые и сегодня сохраняют свою актуальность и еще ждут своего решения.

Наряду с общей историей естествознания и историей научного мировоззрения Вернадский считал важнейшими задачами истории науки также исследование истории ведущих проблем и отраслей науки, истории науки в отдельных странах, истории методов научного исследования, творчества отдельных выдающихся ученых и научных школ, истории отдельных открытий и их технических приложений, эволюции форм организации научной деятельности, изучение и публикацию источников по истории науки и техники.

И почти в каждую из этих областей историко-научных исследований Вернадский внес весомый вклад своими конкретными исследованиями, всегда насыщенными большим фактическим материалом, неожиданными сопоставлениями, незамеченными прежде связями между различными проблемами, отраслями знаний, явлениями жизни.

Вернадский неустанно повторял, что история науки является "одной из форм выяснения научной истины" [13, с. 1]. В особенности ее значение и роль возрастают в периоды крутой ломки научных представлений или, как мы теперь говорим, научных революций.

"История науки, — писал Вернадский, — является в такие моменты орудием достижения нового. Это ее значение, впрочем, всегда ей свойственно. Научное изучение прошлого, в том числе и научной мысли, всегда приводит к введению в человеческое сознание нового. Но в моменты перелома научного сознания человечества так, и только так, открываемое новое может являться огромной духовной ценностью в жизни человека. Этот злободневный интерес истории науки, помимо ее значения, как искания истины, мы не можем и не должны забывать" [12, с. 17].

Зачатки научных знаний возникли, считал В.И. Вернадский, еще задолго до появления науки как самостоятельной формы человеческого сознания и деятельности. Корни научного знания теряются в бесконечной дали веков [11, с. 110].

Первоначальные знания человека о мире были вплетены в его материальную деятельность, это были эмпирические знания, не поднимавшиеся еще до теоретических выводов и обобщений, поставленные на службу непосредственно практическим нуждам. Однако накопление эмпирических знаний сыграло решающую роль в возникновении науки, так как благодаря ему закладывались основы науки, ее фундамент — совокупность установленных фактов. "Корни нашей научной мысли связаны с гущей жизни... Они идут много глубже в даль веков, чем думают... Ясного понятия о сумме эмпирических знаний... в эти далекие от нас времена мы сейчас, к сожалению, иметь не можем. Нельзя, однако, не отметить, что история знаний начинает со все большей точностью выявлять такой объем этих эмпирических знаний и во многом такое их совершенство, которому не верила наука XIX столетия" [7, с. 311].

Вопрос о возникновении науки чрезвычайно сложен. В существенных своих деталях он не разработан и до сих пор.

Выделение науки из других форм духовного творчества требовало, как писал Вернадский, "дерзкого критического отношения к господствующим религиозно-философским или бытовым утверждениям... удавшихся попыток выйти из-под влияния религиозных представлений" [14, с. 48].

Наука начала складываться в самостоятельную область, по мнению Вернадского, приблизительно 5—6 тыс. лет тому назад [14, с. 45]. Это мнение он считал лишь первым приближением, подлежащим уточнению.

Формирование науки Вернадский рассматривал как глобальный процесс. Он осуществлялся "не только в Европе, но и в индийском и китайском конгломератах человечества, на Американском и Африканском континентах" [14, с. 47]. Вернадский полагал, что зарождение научных представлений шло независимо в Средиземноморье, в Месопотамии, Индии, в Китае, в Южной и Центральной Америке. Это не исключает по временам связи и взаимного влияния в определенных областях научных исканий, как например, индийской культуры с культурой Халдеи. Но судьбы этого процесса в каждом из этих районов были разными.

Наука нового типа, которую мы называем по традиции современной наукой, сложилась в Европе в XV—XVII вв. История ее формирования значительно легче поддается анализу, чем генезис науки вообще, так как мы располагаем несравненно большим и более полным количеством источников об этом времени. Она может поэтому в известном смысле служить для нас моделью для изучения генезиса науки вообще. Конечно, ее становление происходило в совершенно иных условиях, чем в далекой древности, но его главные черты и закономерности проливают свет на проблему в целом.

Вернадский подробно прослеживает процесс становления науки в Европе в XV—XVI вв. в своих "Очерках по истории современного научного мировоззрения" (1902—1903). Глубокий анализ огромного фактического мате-

риала, несомненно, послужил ему основой для тех принципиальных выводов по вопросу о генезисе науки, которых он придерживался в своих последующих работах, в том числе "Из истории идей" (1912), в "Научной мысли как планетном явлении" (1938) и др.

Новое научное мировоззрение пробивает себе дорогу в суровой и тяжелой борьбе. "В истории науки мы постоянно видим, — писал Вернадский, — с каким трудом и усилием взгляды и мнения отдельных личностей завоевывают себе место в общем научном мировоззрении. Очень многие исследователи гибнут в этой борьбе. . . В господствующем мировоззрении, — писал он далее, — отражаются условия внешней среды, в которой идет научная деятельность — характер и строй общественного устройства, организация научного преподавания, состояние техники данной местности и данного времени и т.д. Все эти побочные условия привносят с собой новые идеи, расширяют границы нового искания и определенным образом вызывают к себе то или иное отношение научно мыслящих людей. . . Эти отражения внешней среды должны постоянно быть принимаемы во внимание при изучении научной мысли" [9, с. 33, 34].

Как ни мало материала о развитии науки в XV—XVI вв. было в конце XIX — первые годы XX в., т.е. во время работы Вернадского над "Очерками", он смог извлечь из него фундаментальный вывод, принципиальное значение которого не поколебало все последующее развитие историко-научных исследований — "общество пересоздавалось бессознательным образом раньше, чем создавалось научное движение".

* * *

Понятие научная революция не сходит сейчас со страниц историко-научных работ. Но так было не всегда. В 1912 г. В.И. Вернадский, имея в виду научную революцию XVII в., писал: "Странным образом этот великий перелом в истории человечества не получил ясного выражения в обычных представлениях образованного общества о своем прошлом" [11, с. 111].

В.И. Вернадский глубоко и ярко показал, что возникновение в XVII в. так называемого современного естествознания было глубочайшей научной революцией, оказавшей огромное влияние на историю человечества. Наука с этого времени приобрела значение, — писал он, — "исторической силы ... Здесь мы видим ясный перелом, когда научное знание стало опережать технику, когда полученные с его помощью приложения к жизни стали оставлять позади себя коллективные создания человеческих традиций и навыков".

Понимание Вернадским характера и важнейших черт научных революций особенно ярко отразилось в его статье "Мысли о современном значении истории знаний". В этой статье 1927 г. прежде всего бросается в глаза характеристика XX века как периода "интенсивной перестройки нашего научного мирозерцания, глубокого изменения картины мира", вносящего "коренные изменения в миропонимание нового времени"; в корне меняются представления о материи, энергии, времени и пространстве [12, с. 1, 9].

Научная революция, по Вернадскому, это — коренное преобразование представлений о строении мира и положения в нем человека, великий

поворот в мышлении, периоды "перелома" в развитии науки. Научные революции — естественный, закономерный процесс в ходе развития науки. Периоды спокойного развития сменяются "взрывной волной научного творчества", когда открываются нетронутые ранее поля исследования.

Сакраментальный вопрос, с которым сталкивается каждый, обсуждающий проблему научных революций, — вопрос о соотношении знаний, добытых до научной революции и после нее. На этом вопросе спотыкаются многие. Т. Кун, написавший специальную книгу о научных революциях, так и не смог удовлетворительно решить его [16]. Согласно его концепции, связь между принципами, установившимися в результате научной революции, и знаниями, существовавшими до нее, как бы исчезает; новая парадигма отменяет прежнее знание. Преимущество хода развития науки нарушается. Такое понимание научных революций получило довольно широкое распространение. Тем более существенно отметить, что Вернадский решал его совсем по-другому. Прежде всего он подчеркивал, что "научная работа этих эпох (т.е. научных революций. — С.М.) имеет яркий созидательный, а не разрушительный характер" [12, с. 5]. Старые знания не разрушаются, но освещаются новым пониманием. Это положение, на наш взгляд, при всей его кажущейся простоте, настолько важно, что вероятно, было бы правильным назвать его "законом Вернадского" в теории научной революции.

Вторая особенность научной революции, по Вернадскому, состоит в том, что старые знания, сохраняясь в науке, преобразуются, согласно новым представлениям, и получают новое объяснение, новую интерпретацию. "В период научной революции, — писал он, — строится и создается новое; оно для своего создания часто использует, п е р е р а б а т ы в а я до конца старое (подчеркнуто нами. — С.М.). Обычно выясняется, неожиданно для современников, что в старом давно уже таились и подготавливались элементы нового. Часто сразу и внезапно это старое появляется в новом облике, старое сразу освещается. . . Это есть образ созидания, но не разрушения, образ невидного нам раньше, но явно закономерно шедшего процесса, ожидавшего для своего выявления своего завершения" [12, с. 5].

Касаясь научной революции XX в., активным участником которой он был, Вернадский писал: "Сейчас, когда область новых явлений, новых достижений научного творчества охватила нашу научную работу еще в большем масштабе, мы не ощущаем хаоса и разрушения, хотя бы временного. Мы живем в период напряженного, непрерывного созидания, темп которого все усиливается. Основным и решающим в этом созидании является открытие новых явлений, новых областей наблюдения и опыта, сопровождающееся огромным потоком новых эмпирических фактов, раньше неведомого облика" [12, с. 5–6].

"Неведомый облик" состоит не только в том, что открываются новые, ранее неизвестные факты. Он состоит еще и в том, — отмечал Вернадский, — что "логически вероятное заключение часто оказывается нереальным и, наоборот, явление, шедшее в действительности, оказывается более сложным, чем это представлялось разуму. Рассыпаются идеальные построения разума, и невероятное логически становится эмпирическим фактом" [12, с. 14].

Научная революция не мгновенный переворот, а процесс. Новое не

сразу и совсем не простыми путями входит в науку. Эта мысль прекрасно иллюстрируется Вернадским на примере восприятия открытий Ньютона и Эйнштейна.

Третья черта научных революций — одновременное появление на протяжении одного—трех поколений не одной, а сразу нескольких, целой плеяды богато одаренных личностей, которые поднимают данную область знаний на огромную высоту и затем долгое время не имеют себе равной замены. Происходит как бы пульсация научной мысли. Вернадский принимал это за эмпирически установленный факт, но объяснить его он не мог.

Действительно, как справедливо писал Вернадский, чудо невиданного расцвета древнегреческой культуры, когда на протяжении немногих десятилетий были созданы шедевры искусства, литературы, философии, не имеет ничего подобного ни в прошлой, ни в последующей истории этого народа, да и в мировой истории трудно найти ему аналогии. В подтверждение своей мысли Вернадский пишет далее, что во французской художественной литературе между изумительными подъемами в XVI—XVII и XIX вв. XVIII век не создал ничего равного; Франция выдвинула в конце XVIII—начале XIX вв. большую группу великих математиков. Такого одновременного появления выдающихся математических талантов Франция, по мнению Вернадского, не знала ни до, ни после этого времени. В XIX в. Россия на протяжении короткого времени выдвигает первоклассных писателей и создает великую литературу.

Четвертая особенность научных революций, отмеченная Вернадским, — необходимость социальных и политических условий, позволяющих проявиться творческому потенциалу. Вернадский считал, что наличие благоприятных условий само по себе не может вызвать появления талантов, но неблагоприятные условия могут привести к тому, что потенциальные возможности взрыва творчества не выявят себя.

Вопрос о влиянии социальных условий на развитие науки и техники — один из самых сложных в историографии науки. Конечно, условия сами по себе не порождают таланты. Но их роль далеко не только в том, что они либо заглушают творческие возможности, генетически заложенные в человечестве, либо позволяют им вывестись. Они могут стимулировать их развитие, способствовать их росту, полноте и силе проявления.

Еще сложнее вопрос о том, каким образом и какими путями осуществляется влияние социальных условий на содержание и направление развития науки. Вернадский мало касался этих вопросов. Но уже сам факт, что он в число условий научной революции включил влияние социальных и политических факторов, показывает глубину и систематичность его взглядов на эту проблему.

* * *

Много важных мыслей высказал В.И. Вернадский и по вопросам методологии историко-научных исследований.

Развитие науки представляет собой сложный процесс, полный противоречий, спадов, подъемов, возвращений на новом уровне к старым, оставленным или забытым взглядам, борьбы различных мнений, гипотез, теорий, редко выходящих из этой борьбы в своем первоначальном виде,

но почти всегда незаметно меняющихся, преобразующихся, впитывающих в себя новые для них элементы. Он, этот процесс, не может быть сведен к чисто логической схеме. Жизнь науки сложнее любой логической схемы.

Реальный ход процесса познания чрезвычайно сложен и не может быть во всех своих опосредованиях зафиксирован в документах. Историк придерживается документов, но даже когда он установил путем долгого критического анализа их достоверность, он не может забывать, что документы — это еще не сама действительность, а лишь застывший след ее мгновения, ее частичное отражение. Как фотография фиксирует какой-то миг существования человека, но не раскрывает всех сторон его личности, так и исторический документ, если он даже вполне объективен, что бывает далеко не всегда, не раскрывает изучаемый процесс в целом.

Наконец, процесс познания все время движется вперед, прогрессирует, поэтому "прошлое научной мысли, — писал Вернадский, — рисуется нам каждый раз в совершенно иной и все новой перспективе. Каждое научное поколение открывает в прошлом новые черты. . . Случайное и неважное в глазах ученых одного десятилетия получает в глазах другого нередко крупное и глубокое значение" [10, с. 58]. Понимание прошлого по мере развития науки изменяется, прошлое выступает в новом свете. Отсюда Вернадский сделал два вывода.

Первый вывод заключается в том, что "история научной мысли. . . никогда не может дать законченную неизменную картину, реально передающую действительный ход событий" и должна каждым новым поколением изучаться заново [10, с. 58].

Второй вывод Вернадского имеет еще большее методологическое значение. "Историк . . . , — писал он, — сам создает, если можно так выразиться, материал (точнее, предмет — *С.М.*) своего исследования, оставаясь, однако, все время в рамках точного научного наблюдения. Поэтому в истории науки постоянно приходится возвращаться к старым сюжетам, пересматривать историю вопроса, вновь ее строить и переделывать" [10, с. 58] (подчеркнуто мною. — *С.М.*). Это не означает перелицовывания истории. Это означает, что историки не просто время от времени заново повторяют предшествующие исследования, но, используя ранее известные и включая в орбиту внимания новые документы и материалы, изучают такие стороны процесса развития науки и техники, такие проблемы и аспекты движения научного знания, которые ранее не изучались. Расширяется проблематика исследований, прошлому ставятся новые вопросы заново, под новым углом зрения, с определенной целевой установкой прочитываются старые материалы о прошлом, мобилизуются новые, чтобы получить ответы на новые вопросы.

Сотни раз в исторических исследованиях отмечалось совпадение в основных чертах некоторых открытий, сделанных независимо в разное время и в разных странах.

Историки регистрировали такие случаи, но дальше этого не шли. Вернадский же увидел в этих случаях, так же как в совпадениях последствий взаимодействия науки с практикой, философией в разные времена и у разных народов, и даже в разных культурно-исторических регионах, тоже множество раз регистрировавшиеся в исторических сочинениях, материалы для изучения структуры научного знания, общих закономерностей развития

науки. "Я пытался, — писал он, — выяснить структуру науки" [14, с. 29]. Но ведь это совершенно другая задача, чем та, которую решали историки науки, не видевшие другой цели, кроме того, чтобы дать как можно более точное описание событий прошлого. Чтобы решить ее, нужно заново исследовать весь наличный материал. Однако результатом становится не повторение уже проделанной работы, не просто более точное описание, воспроизводящее ранее упущенное, незамеченное или совсем по-другому звучащее в свете современных достижений естествознания, а раскрытие совершенно новых сторон, аспектов, закономерностей развития науки. Новая методологическая установка, даже при том же самом материале, ведет к новым результатам. Она вызывает новую организацию материала, по-новому сталкивает факты и высекает из них новые знания.

"Изучение подобного рода явлений, — писал Вернадский, — несомненно, открывает нам общие черты, свойственные научному творчеству, указывает его законы и таким образом заставляет нас глубоко проникать в изучение психологии научного искания. Оно открывает нам как бы лабораторию научного мышления. Оказывается, что не случайно делается то или иное открытие, так, а не иначе строится какой-нибудь прибор или машина" [9, с. 36].

Больше всего ценил В.И. Вернадский исследования, в которых ставилась задача выяснения "законов развития мысли человечества" [8, с. 2], пути и закономерности научного познания, раскрытия его эволюции.

Вернадский видел по крайней мере три главных направления, ведущих к решению этой задачи и руководствовался ими в своих исследованиях.

Первое — сравнительно-генетическое изучение научных мировоззрений различных эпох. "Из такого сравнительного изучения, — писал он, — можно ... вывести закономерность исторического процесса смены и переработки одного мировоззрения в другое" [9, с. 39].

Второе — изучение структуры науки различных эпох. "Законы развития мысли человечества, — писал он, — могут быть поняты только тогда, когда мы примем во внимание не одну главную господствующую струю мысли данного периода, нередко шедшую по ложному пути, — но лишь тогда, когда мы охватим в наше исследование все боковые течения, некоторые из которых шли далеко впереди и вели человеческую мысль по верному пути к намеченной цели" [8, с. 2].

Наконец, третье — изучение взаимодействия науки с другими формами общественного сознания — философией, религией, искусством, общей культурой, а также с материальной практикой и социальными условиями данной эпохи [9, с. 40].

* * *

В.И. Вернадский открыл множество новых полей исследования, и в этом непреходящая ценность его трудов, этим особенно дороги они для нас, даже если не все высказанные в них мысли мы разделяем.

Чествуя великих людей, мы не только отдаем дань их великому труду, таланту и мужеству (я не случайно упомянул это слово, потому что наука, помимо таланта, требует от человека характера и мужества), но и должны извлекать уроки для себя и будущего.

И сегодня, через сорок лет после того, как Вернадского уже нет с нами, мы вполне можем говорить об уроках Вернадского. Природа наделила его талантом исключительной интеллектуальной силы и разносторонности. Но это были только задатки, которые он развил сосредоточенным неустанным трудом. И это первый урок Вернадского.

Он имел мужество последовательно и твердо развивать свои взгляды независимо от того, что это ему сулило. Его жизнь не была триумфальным шествием. Он испытал немало несправедливых нападков, вплоть до обвинений в "идеализме". Но он умел стойко их переносить и работать — работать, не поступаясь тем, в чем он был убежден. И в то же время он всегда был открыт всему новому, мог воспринимать его со всей искренностью и глубиной и уточнять свои взгляды.

Он думал и говорил по-своему. За необычайностью его терминологии и хода его мыслей некоторые наши философы в 30-е годы не смогли разглядеть существо, главное в его взглядах. А Вернадский смог, несмотря на все огорчения, объективно оценить ту работу, которая велась нашими философами, и ознакомившись в начале 40-х годов с вышедшими тогда трудами Института философии АН СССР, отметить в своем дневнике, что он недостаточно внимательно был к тому, что делается в нашей философии, а она продвигается вперед и ему надо внимательно ознакомиться с новыми работами наших философов.

И это, я думаю, важный двойной урок для нас: за непривычными-словами, формой видеть существо и быть бережными к человеку и его мыслям.

Высказывалось, а иногда и сейчас высказывается не во всем одобрительное мнение по поводу учения В.И. Вернадского о ноосфере. А Вернадский шел вперед в развитии своих взглядов и четко сформулировал, что развитие ноосферы наступит с осуществлением целей и идеалов научного социализма, с победой коммунизма. Таков еще один урок Вернадского.

Владимир Иванович Вернадский столько написал, что может сложиться образ ученого, неотрывно сидевшего в тиши своей рабочей комнаты. А он был необычайно деятельным, замечательным организатором. Он был душой Комиссии Академии наук по изучению природных ресурсов страны. Еще в 1907 г. Вернадский смог понять важность работ по радио и стал инициатором поисков радиоактивных руд. Он стал организатором и первым президентом Украинской Академии наук. В 1921 г. Владимир Иванович выступил со специальным докладом на общем собрании Академии наук СССР, организовал Комиссию по истории научных знаний и руководил ею. Комиссия выпустила серию трудов по истории науки. Он добивался создания специального Института по истории науки и техники и добился этого. Он подал специальную записку в Президиум Академии наук СССР о необходимости создания журнала и музея по истории науки.

Как видим, углубленная исследовательская работа сочеталась с огромной, активной, настойчивой организаторской деятельностью. И это тоже урок для нас.

Он был человеком, непреклонно преданным науке и Родине, и это, вероятно, главный урок Вернадского.

А Б С Т Р А К Т

The article is concerned with creating by V.I. Vernadsky at the beginning of this century a new scientific trend, i.e. history of the scientific knowledge. Special attention is focused on the development by V.I. Vernadsky methodological approaches to studying the modern scientific outlook, historical prerequisites for its formation and development in the epoch of scientific and technological revolution.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вернадский В.И.* Избранные труды по истории науки. М.: Наука, 1981. 359 с.
2. *Вернадский В.И.* Письмо к Ф.Д. Батюшкову 18 сентября 1889 г. — Отдел рукописей Института русской литературы (Пушкинский дом) АН СССР, фонд Ф.Д. Батюшкова.
3. *Вернадский В.И.* Письмо к Н.Е. Вернадской 1 июля 1893 г. — Архив АН СССР, ф. 518, оп. 7, д. 40.
4. *Вернадский В.И.* Письмо к Н.Е. Вернадской 5 июля 1893 г. — Там же.
5. *Вернадский В.И.* Письмо к Н.Е. Вернадской 5 сентября 1893 г. — Там же.
6. *Вернадский В.И.* Письмо к Н.Е. Вернадской 28 августа 1894 г. — Там же, д. 41.
7. *Вернадский В.И.* Избранные сочинения М.: Изд-во АН СССР, 1960. т. 4. кн. 2. 651 с.
8. *Вернадский В.И.* О значении трудов М.В. Ломоносова в минералогии и геологии. М., 1900. 34 с.
9. *Вернадский В.И.* О научном мировоззрении (1902—1903). — В кн.: В.И. Вернадский. Очерки и речи. Пг.: Науч. хим.-техн. изд-во. 1922, вып. 2, с. 5—40.
10. *Вернадский В.И.* Кант и естествознание (1904). — Там же, с. 57—76.
11. *Вернадский В.И.* Из истории идей (1912). — Там же, с. 109—120.
12. *Вернадский В.И.* Мысли о современном значении истории знаний. Л.: Изд-во АН СССР, 1927. 17 с.
13. *Вернадский В.И.* Памяти академика К.М. фон Бэра. Л.: Изд-во АН СССР, 1927, с. 1—9. (Тр. Комис. по истории знаний, Вып. 2).
14. *Вернадский В.И.* Размышления натуралиста. Научная мысль как планетное явление. М.: Наука, 1977. Кн. 2. 191 с.
15. *Казначеев В.П., Яншин А.Л.* Изучение исторической науки — неистощимый источник знаний. — Вестн. АН СССР, 1982, № 11, с. 119—123.
16. *Кун Т.* Структура научных революций. М.: Прогресс, 1977. 288 с.
17. *Полканов А.А.* Вступительное слово на заседании Отделения минералогии и геологии Ленинградского общества естествоиспытателей, посвященном памяти В.И. Вернадского, 15 марта 1955 г. — Архив АН СССР, ф. 922, оп. 1; сд. 100.

УДК 001.89

М.С. Бастракова

В.И. ВЕРНАДСКИЙ И ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ НАУКИ

Среди новых отраслей научного знания, становление которых было связано с творчеством В.И. Вернадского, следует назвать науку об организации науки. В его работах с начала нашего столетия до конца жизни мы находим блестящие разработки, касающиеся сущности науки, ее места и роли в общественном прогрессе, факторов и закономерностей ее развития, условий функционирования и многое другое, над чем в наши дни работают науковеды и философы, историки и социологи. Особенно большое и важное место занимают в трудах В.И. Вернадского вопросы организации научной деятельности.

Проследивая путь этого удивительно разностороннего ученого, невольно

убеждаешься, что искания Вернадского — натуралиста, историка науки, мыслителя — были неотделимы от его исканий в области организации науки. С его именем связано не только возникновение новых научных направлений, но и появление новых форм исследовательской деятельности, начало разработки многих по сей день актуальных научно-организационных проблем, становление современных представлений об организации и управлении научной деятельностью. Он оставил немало работ, специально посвященных этой теме, не говоря уже о том, что интересные идеи и соображения, проекты и рекомендации буквально рассыпаны в его естественно-научных и историко-научных трудах, в речах и докладных записках, на сотнях страниц неопубликованных дневников, заметок и переписки.

Над вопросами организации науки В.И. Вернадский начал задумываться на самом раннем этапе своего творческого пути. В 1888 г. начинающий двадцатипятилетний ученый делился своими размышлениями с женой: "Организация науки очень нужна, но какая? Здесь теперь тоже один из важных вопросов дальнейшего развития. . ." [1]. В 1943 г., подводя итоги всему "пережитому и передуманному", он коротко отметил: "Вопросы правильной организации научной и ученой работы всегда глубоко интересовали меня" [2, л. 16]. Между этими двумя записями более 50 лет, наполненных раздумьями о судьбах науки, поисками рациональных форм ее организации и борьбой за их воплощение.

Это было время, когда зарождались и развивались процессы, круто изменившие исторические судьбы общества и науки: Великая Октябрьская социалистическая революция и становление первого в мире социалистического государства, революция в науке и связанный с ней небывалый "взрыв научного творчества". Под воздействием этих факторов стремительно перестраивалась структура науки и менялась ее социальная роль, рос ее объем и ускорялось развитие, появлялись новые требования к ее организации. За весь этот бурный и сложный полувек период в нашей стране практически не было ни одного хоть сколько-нибудь значительного научно-организационного начинания, в котором бы В.И. Вернадский не принимал самого деятельного, а зачастую руководящего участия. В период с 90-х годов прошлого столетия до 1917 г. он активно боролся за демократическую перестройку высшей школы, выступал как зачинатель и руководитель движения ученых России за создание научно-исследовательских институтов, участвовал в организации новых научных обществ и ассоциаций, предлагал смелые проекты перестройки сложившейся системы научной деятельности. По его инициативе и под его руководством в 1915 г. была создана Комиссия по изучению естественных производительных сил России (КЕПС), широко развернувшая свою работу уже после победы Великого Октября.

Особенно активной и плодотворной была организаторская деятельность В.И. Вернадского в послереволюционные годы. В течение 1918—1941 гг. он был инициатором создания более 20 научных учреждений различного типа, которые не только прочно вошли в систему научной деятельности СССР, но и превратились в крупные исследовательские центры мирового масштаба. Среди них: Украинская Академия наук, Радиевый институт, Биогеохимическая лаборатория, превратившаяся впоследствии в Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского АН СССР, Комиссия по истории знаний — ныне Институт истории естествознания и техники

АН СССР, Комиссия по изучению вечной мерзлоты, на базе которой вырос Институт мерзлотоведения АН СССР и др. Отметим, что общеорганизационные принципы, которые он разработал при их создании, стали классическими и до сих пор определяют жизнедеятельность научных учреждений аналогичного типа. В частности, положения о задачах, направлениях работы и структуре Академии наук Украины — первой из национальных академий нашей страны, — сформулированные В.И. Вернадским еще в первые после-революционные годы, и сейчас являются основополагающими для всех республиканских академий СССР.

В.И. Вернадского по праву можно назвать крупнейшим организатором науки нашего времени. Его роль в этой области далеко не исчерпывается лишь созданием новых очагов научного творчества, как бы важно это ни было само по себе. Она состоит прежде всего в том, что он выявил и проанализировал ведущие тенденции развития науки, на несколько десятилетий вперед определил наиболее перспективные формы научной деятельности, а главное, указал пути дальнейших поисков. Непреходящую ценность научно-организационного творчества этого ученого составляет глубокий научно-теоретический анализ вопросов организации науки. В.И. Вернадский был, пожалуй, первым в мире крупным теоретиком в этой области научной мысли и научной деятельности.

В конце XIX в. и особенно в начале XX в. организация науки превратилась, по оценке многих естествоиспытателей того времени, в ведущий фактор научного прогресса. О ней как о "первейшей задаче столетия" писали Н.А. Умов и П.Н. Лебедев, Д.И. Менделеев и П.Н. Вальдеф, Н.К. Кольцов и А.П. Павлов, Л. Пастер, А.Ле Шателье, В. Оствальд и другие ученые. В.И. Вернадский в отличие от большинства своих предшественников и современников рассматривал совершенствование организации науки не только как насущную практическую задачу, но и как сложную научную проблему, требующую для своего решения всестороннего и тщательного предварительного исследования. "Только путем изучения конкретных явлений, — подчеркивал он в одной из своих записок 1901 г., — могут быть найдены практические и верные меры, не нарушающие жизнь и не перерождающиеся в бедствия" [3, с. 1]. Чем больше В.И. Вернадский вдумывался в вопросы организации научной деятельности, тем более очевидным для него становилось, что перед ним, в сущности, новая область исследований, разработка которой ведет к формированию чрезвычайно важного направления научной мысли. Будет справедливым отметить, что труды самого Вернадского внесли немалый вклад в становление организации науки как особой отрасли знания — в выяснение ее предмета и задач, создание основ ее теории, выработку методологического подхода.

Для разработки общей теории этой области исследований первостепенное значение имеют идеи В.И. Вернадского о сущности и значении организации науки.

Еще в начале столетия ученый обратил внимание на обратную связь между уровнем развития науки и характером ее организации: "Организация научной работы, получившая столь яркое выражение в науке XIX в. и особенно в XX столетии, вызывает быстроту темпа научных завоеваний, которая, в свою очередь, коренным образом изменяет характер и масштаб научной работы" [4, с. 1—2]. Углубленное изучение генезиса и развития естест-

вознания позволило ему сделать вывод, что взаимозависимость успехов науки и ее организации отнюдь не является особенностью науки последнего времени — она прослеживается на всех этапах эволюции научного знания, а ее истоки уходят далеко в глубь веков. Вернадский исходил из убеждения, что наука — это социальное явление, и, следовательно, не могла ни зародиться, ни развиваться вне какой-либо социальной организации, как бы эфемерны и трудно уловимы ни были ее формы на ранних этапах истории. Научная мысль и "неизбежно с ней связанная известная организованность" возникают и развиваются одновременно. Каждой ступени развития науки соответствует новый, более высокий уровень ее организации и определенные, все время усложняющиеся формы коллективной научной деятельности [5, с. 42—49]. Для Вернадского, таким образом, организация — это не что иное, как форма существования науки, изначально присущее ей внутреннее качество, без которого она по-просту невозможна. "Для существования науки необходима организация коллективной научной работы" [6, с. 10]. Это положение, сформулированное в 1926 г., ученый развивал в трудах последующих лет, подчеркивая необходимость "сознательной организованности научной работы", систематического и планомерного совершенствования системы научной деятельности.

Каковы же, по его мнению, смысл и значение борьбы за "сознательную организованность" науки? Прежде всего в том, чтобы "создать для научной творческой работы" такие условия, при которых "она могла бы проявиться наиболее глубоко, широко и разнообразно". "Когда перед натуралистами XX в. стоит вопрос, как быстрее и мощнее двинуть научную работу, овладеть в наибольшей степени силами природы, проникнуть в ее тайны, — писал Вернадский в 1919 г., — у него может быть только один ответ: надо создать мощную социальную организацию науки" [7, л. 8]. Продуманная и рационально построенная система научной деятельности — это не только средство повысить эффективность самих исследований, но и своего рода рычаг экономического и социально-культурного преобразования общества. Опираясь на нее, можно быстрее и легче превратить "потенциальные естественные силы в реальное народное богатство", повысить благосостояние миллионов людей, сделать научное мировоззрение достоянием широких масс. Вернадский был глубоко убежден в том, что человечество, в сущности, не располагает большей силой в борьбе за всеобщее благо, "чем расширение силы знания и силы науки, чем ее более мощная общественная организация" [7, л. 6]. Уместно отметить при этом, что "самой глубокой и могучей формой влияния научной мысли на ход общественной жизни, какая только наблюдалась в истории человечества", В.И. Вернадский считал социализм, который, как он подчеркивал весной 1917 г., "вырос из науки и связан с ней тысячью нитей, безусловно, является ее детищем". Более того, "правильное развитие науки" и создание ее подлинно рациональной организации требуют установления "справедливого общественного устройства", ибо "вся конструкция науки к нему приспособлена, предполагает его существующим..." [8, л. 478—479].

Научно-организационное творчество В.И. Вернадского развивалось под непосредственным воздействием двух важнейших всемирно-исторических факторов — социалистической и научной революции. Его теорети-

ческие представления в этой области были неразрывно связаны, во-первых, с его воззрениями на природу науки и ее социальную роль, а, во-вторых, с эволюцией его естественнонаучных концепций, и прежде всего с учением о биосфере и ноосфере. В своих трудах 30-х — 40-х годов, в докладных записках и письмах того периода Вернадский неизменно связывал необходимость расширения и упорядочения системы научной деятельности с проблемами становления ноосферы. Он называл организацию науки "наиболее точным выявлением человеческого разума", активно преобразующего лик планеты. "Сознательная организованность научной работы" поднимает на новый, более высокий уровень общую организованность биосферы и тем самым подготавливает ее переход "в новое эволюционное состояние — ноосферу". Само по себе "вхождение в ноосферу", которое, как утверждал ученый, переживает современное человечество, требует, по его убеждению, интенсивного и целенаправленного организационного строительства науки. По Вернадскому, развитие науки — это естественноисторический, стихийный в своей основе процесс, принявший в XX в. взрывной, лавинообразный характер. Планомерная организация научной деятельности — единственное средство "сделать стихийный процесс сознательным", овладеть им и направить в нужное для человечества русло. Важную роль при этом он отводил созданию "многочисленных центров научного искания" на Земле. Появление новых очагов научного творчества, их повсеместное распространение и согласованная работа — все это "создает среду, питающую силу науки XX в.", и многократно усиливает преобразующее действие коллективного разума людей, осознанно перестраивающих биосферу "в интересах свободного человечества" [5, с. 62].

Итак, по мысли Вернадского, организация — это неотъемлемое свойство науки, вытекающее из ее социальной природы и генетически связанное со структурой биосферы. По мере развития общества и научного знания организация науки превращается в силу, ускоряющую научный и социальный прогресс, становится фактором всепланетного характера, выступает как одно из важных условий формирования ноосферы. Такое понимание сущности организации науки и ее значения определило отношение ученого к научно-организационным проблемам и его подход к их решению.

Значительный интерес представляет методологический подход В.И. Вернадского к исследованию вопросов организации науки как общих, так и частных. По его наблюдениям, "сам ход научного прогресса определяет "формы и средства исследовательской работы". Именно поэтому в центре его внимания всегда неизменно находился научный прогресс, его исторические закономерности и новейшие тенденции. При этом ученый вел исследование в двух взаимодополняющих направлениях. Первое — это изучение эволюции системы научного знания и анализ его современного состояния и структуры. Этот путь необходим для того, чтобы выявить "ростки нового в науке", проследить изменение исследовательских проблем и в соответствии с этим наметить наиболее подходящие формы научной деятельности. "Строя организацию научной работы, — писал Вернадский, — мы должны в такой удивительный момент, в который мы живем, учитывать ближайшие течения научной мысли. И чем вернее

наш научный прогноз, тем прочнее и правильнее будет выбранная нами организация научной работы" [9, л. 5—6]. Не менее важен и другой путь — анализ эволюции самих форм научной деятельности и изучение современных тенденций организации науки. Особо пристального внимания исследователей заслуживают, по мнению Вернадского, те тенденции и те явления в жизни научных учреждений, "которые находятся в последнее время в росте" и тем самым указывают "будущие направления в организации науки".

Важной особенностью методологии В.И. Вернадского является широта общенаучного подхода. Каких бы вопросов организации науки он ни касался, независимо от того, были то общие проблемы или конкретные, сугубо практические вопросы, он решал их, опираясь на глубокие теоретические разработки, привлекая весь доступный ему в то время аппарат данных истории науки, логики естествознания, психологии научного творчества и т.п. Самым надежным и действенным инструментом исследования вопросов организации науки Вернадский считал исторический анализ. Какие бы проблемы ему ни приходилось решать, будь то преобразование высшей школы, поиски наиболее перспективных ячеек исследовательской работы или постановка изучения природных ресурсов, он в первую очередь неизменно обращался "к истории творческой научной работы в этом направлении" и подчеркивал: "Для того чтобы идти вперед, надо прежде всего знать прошлое. Это истинный путь точного знания, знания природных явлений, путь натуралиста" [10, л. 367]. Вернадский чрезвычайно высоко оценивал аналитическую и прогностическую функцию истории науки, которая в условиях развертывания научной революции становится, по его словам, "орудием достижения нового". В этом смысле он приравнивал ее по значению к организации науки, указывая, что "обе эти области научной мысли являются самыми необходимыми для правильного охвата будущего" [11, с. 3].

В наши дни изучение методологических принципов В.И. Вернадского и его подходов к решению конкретных научно-организационных проблем приобрело особую актуальность. Их анализ и освоение не только послужат настоящей школой для молодых исследователей, но и серьезно обогатят арсенал средств современного науковедения.

Круг научно-организационных вопросов, которые ставил и решал В.И. Вернадский, был очень широк, разнообразен и постоянно менялся. Вопросы, уже решенные жизнью, сменяли другие, которые были выдвинуты новым этапом прогресса науки или изменившимися условиями исторической жизни страны, а вместе с ними рождались и новые идеи, разработки, рекомендации. Были и проблемы, интерес к которым ученый пронес через всю свою жизнь. К их числу относились, например, такие, как соотношение личного творчества и коллективной научной деятельности, характер научных учреждений XX в., принципы построения исследовательских коллективов, место науки в структуре современного государства, взаимодействие фундаментальных и прикладных исследований, формы международного научного сотрудничества и т.п. Эти вопросы и в наши дни привлекают внимание ученых, являются предметом специального изучения науковедов, социологов и других специалистов. Остановимся, хотя бы коротко, на некоторых из них.

Одно из центральных мест в трудах В.И. Вернадского занимала группа вопросов, связанных с выбором исследовательской ячейки, наиболее полно отвечающей потребностям прогресса науки XX в. с принципами устройства научных учреждений и перспективами их развития.

Наиболее рациональной формой организации исследований в условиях, созданных "взрывом научного творчества", Вернадский считал научно-исследовательский институт. К проблеме института он обратился в 1900-х годах, когда не только возглавил движение научной общественности России за их создание, но и выступил как теоретик этого движения. В.И. Вернадский обосновал необходимость создания институтов, исследовал природу и корни этого нового в то время организационного явления, рассмотрел их задачи в научном прогрессе и указал их место в общей эволюции организационных форм научной деятельности. Его работы тех лет — "Радиевые институты", "О Ломоносовском институте при Академии наук", "О государственной сети научно-исследовательских институтов", "Задачи науки в связи с государственной политикой России" и др. представляют собой классический образец всесторонней научно-теоретической и практической разработки важной организационной проблемы.

Ученый связывал появление учреждений этого типа с изменением характера науки на рубеже XIX—XX в. с увеличением ее объема, ростом сложности и рождением "нетрадиционных", синтетических по своей сути проблем, требовавших для своего решения объединения специалистов различного профиля и создания смешанных коллективов исследователей, действующих по общей программе. Оценка института как самой перспективной ячейки XX в. была основана не только на анализе сдвигов, происходивших в системе научного знания, но и на изучении смены форм организации науки в прошлом. Институт, указывал Вернадский, является очередной ступенью в эволюции организационных форм научной деятельности. "Специальные организации, — писал он, — приведшие в эпоху Возрождения в тесной связи с характером науки того времени к созданию академий, в наш век опыта и наблюдения все полнее выражаются в специальных институтах для исследований" [12, с. 252]. По его убеждению, именно институты, закономерно сменяя старые академические и университетские лаборатории, станут ведущей ячейкой исследовательской работы XX в. "Эти учреждения только зачатки могучей будущей научной организации; по мере роста и развития знания их значение все увеличивается, все больше являются они опорными пунктами, новыми орудиями научного творчества" [12, с. 252]. Это было написано в 1911 г., и сегодня, практически уже на исходе столетия, мы можем констатировать, что предвидение ученого полностью подтвердилось. Институты, самые разнообразные по назначению и профилю, стали ведущей формой организации исследований во всем мире. В нашей стране они являются главным элементом структуры АН СССР и академий наук союзных республик, региональных научных центров и исследовательских подразделений высшей школы; они составляют основу научной деятельности в промышленности, сельском хозяйстве, здравоохранении и других отраслевых системах.

Большой интерес и особую ценность приобретают в наши дни разработки В.И. Вернадского, касающиеся принципов работы и внутреннего устройства научно-исследовательских учреждений. Одной из самых важных и, пожалуй,

самых сложных проблем организации науки Вернадский считал соединение личного творчества ученого с коллективно организованной деятельностью. Наука, по определению Вернадского, представляет собой "переплетение индивидуального и социального". Ему принадлежит всесторонняя разработка вопросов о роли личного творчества и коллективной работы в научном прогрессе, о характере и форме взаимодействия этих элементов. Не останавливаясь на этом подробно, укажем только, что по убеждению Вернадского, наука "создается на основе свободного искания творческой личности", однако научное знание в целом "приобретается, удерживается и выявляется массовой работой, массовым творчеством". Индивидуальное и коллективное начала в процессе научной деятельности тесно взаимодействуют, обуславливая друг друга. Отсюда указание В.И. Вернадского всегда помнить о "двуединой сущности науки" и строить ее социальную организацию так, чтобы могли свободно развиваться и беспрепятственно взаимодействовать обе ее составляющие. "Для нее наиболее благоприятны и наиболее ей желательны такие формы общественности, — подчеркивал ученый, — которые дают возможность, с одной стороны, свободно проявляться богато одаренным личностям, а с другой — позволяют наиболее полно провести в жизнь организацию коллективной научной работы" [4, с. 4].

Сочетание свободы научного личного творчества с согласованной коллективной работой — ведущий принцип деятельности любого научно-исследовательского учреждения: института, лаборатории, станции и т.п. Пренебрежение или просто недооценка какого-либо из этих начал неминуемо пагубно отразится на работе и будущем исследовательского коллектива. Вернадский указывал, что "организованная работа многих" стала важнейшим требованием научного прогресса XX в., она преобразует усилия ученых "в нечто единое, стройное, целое" и многократно увеличивает продуктивность их труда. Однако, отмечая значение принципов коллективности, В.И. Вернадский вместе с тем всегда предостерегал против его абсолютизации и превращения научных учреждений "в простые подобию фабрик для исследований". Он призывал никогда не забывать о том, что именно "свободное искание творческой личности" двигает науку вперед, постепенно расширяя границы "научного знания, добытого коллективным трудом". Коллектив не должен сковывать творческую инициативу исследователей, наоборот, он призван обеспечить им "возможно полную свободу научного искания" и, в то же время, направлять их усилия к решению общей задачи.

Разработки В.И. Вернадского сохраняют для нас свое значение и ценность потому, что учат искать ответ на вопросы организации научных учреждений в жизни самой науки, в изучении ее природы и в анализе всех изменений ее состояния — темпов и направлений развития, структуры и внутренних связей между ее элементами. Среди особенностей науки XX в., "придающих ей новый облик и создающих ее новую организацию", ученый выделял растущую подвижность системы научного знания. Одним из важнейших условий жизнедеятельности исследовательских коллективов стала уже в начале столетия их способность быстро реагировать на появление новых направлений и проблем, "гибкость в использовании средств и работников в зависимости от открывающихся возможностей научной работы" [13, л. 2]. Какое бы научное учреждение ни создавалось, "его основы должны

быть рассчитаны на будущее, и при его создании должно быть принято во внимание неизбежное расширение и усиление его работы в связи с прогрессом научного знания" [14, с. 13]. Особенно важно учитывать перспективы развития науки, намечая конструкцию новых исследовательских институтов. "Мы должны быть начеку в организации научной работы, — указывал Вернадский в 1939 г., — и строить институты так, чтобы сейчас же связаться со всякой новой возможностью проникнуть в неизвестное" [9, л. 5, 6]. Интересно отметить, что в поисках динамичной и гибкой организации исследований он обдумывал "систему проектов и тем", идея которой оказалась весьма перспективной и начала осуществляться несколько десятилетий спустя. Ее существо сводилось к следующему: использовать не только фиксированный штат и существующие подразделения учреждения, но и формировать в его составе по мере необходимости временные группы специалистов, характер которых мог бы меняться в зависимости от изменения исследовательских задач. По этой системе, в частности, во второй половине 20-х годов он предполагал построить работу Биогеохимической лаборатории. В сущности, более 50 лет тому назад В.И. Вернадский выдвинул идею организации, очень близкую к той, которую сегодня называют "проектной" и считают достижением организационной мысли последнего времени.

Основным условием, определяющим "структуру научной работы, в наш век создаваемую", В.И. Вернадский считал усложнение структуры самого научного знания. На рубеже 20-х годов он сформулировал мысль о необходимости перехода от отраслевой системы организации науки к проблемной. "Характерной чертой научной работы нашего времени является то, что она определяется не логическими рамками дисциплин, а логическими рамками проблем. Научная мысль давно уже не считается с рамками наук, и наши научные организации, в сущности, давно уже сломали эти рамки", — писал он и предсказывал, что в ближайшем будущем эта тенденция проявится еще более ярко [9, л. 7]. Вернадский обращал внимание ученых и организаторов на то, что институты и лаборатории новейшего времени создаются для изучения отдельных проблем или "групп определенных проблем", а следовательно, именно с их логикой "следует считаться в конструкции институтов". Только в этом случае, по его убеждению, "может быть достигнута наибольшая мощность в средствах научной работы, полное проявление стоящей во главе института творческой личности" [15, л. 1, 2]. Уместно напомнить, что исследовательские учреждения, которые в 20-х — 30-х годах создавались при непосредственном участии В.И. Вернадского, например Радиевый институт, Биогеохимическая лаборатория или различные комиссии, были проблемными как по своим задачам, так и по принципам организации.

Наблюдая за развитием науки и размышляя о ее перспективах, В.И. Вернадский предвосхитил еще одну форму организации научной деятельности, которой предстояло большое будущее. Речь идет о крупных научных объединениях (центрах), комплексных или специализированных, включающих целые группы исследовательских и научно-вспомогательных учреждений. Если в начале XX в. развитие науки потребовало концентрации усилий отдельных ученых, то во второй его половине невиданно возросшие масштабы научной деятельности и усложнение ее структуры поставили

вопрос о концентрации самих исследовательских коллективов. Вернадский предугадал это явление задолго до того, как оно во весь голос заявило о себе.

Впервые мысль о таком центре В.И. Вернадский высказал весной 1917 г. Он планировал создать "ученый городок-сад" в Гатчине. Один из путей научного прогресса Вернадский видел в сближении и взаимодействии наук и считал, что "соединение в месте разнообразных научных учреждений очень важно". В будущей "объединенный научный центр" предполагалось включить ячейки различного профиля и типа — от Ботанического сада и физических лабораторий до Гатчинского художественного музея. Несколько позднее, в 1919—1920 гг. ученый обдумывал проект специализированного научного центра — Институт живого вещества. Он представлял его себе как "своего рода аггломерат" разнообразных институтов, лабораторий и станций, разрабатывающих отдельные аспекты этой проблемы. Вернадский мечтал построить его на океанском или морском побережье и создать при нем группу заповедников — морской, лесной, луговой — "для сохранения не тронутой культурой дикой природы". Работа учреждений центра не должна была ограничиваться фундаментальными исследованиями, а "влиять на развитие техники, медицины и земледелия", способствовать "подъему продуктивности полей и морей". Вернадский считал проблему живого вещества жизненно важной для всего человечества, а потому центр мыслился как международная организация, где могли бы дружно трудиться ученые всех стран и народов Земли [16, л. 73—79]. В 1934 г. в связи с переводом Академии наук СССР из Ленинграда в Москву ученый вновь обратился к идее "объединенного научного центра". Таким центром, "обладающим всей полнотой научной мощи нашего времени", он хотел видеть будущий комплекс московских учреждений Академии. По его мнению, было целесообразно построить специальный академический городок и разместить его в пригородной лесопарковой зоне на территории, "достаточной для дальнейшего расширения" [17].

В создании крупных научных центров различного типа В.И. Вернадский видел шаг к следующему этапу в развитии организации науки — к формированию "мощных городов науки будущего", активно влияющих не только на научный, но и на социальный прогресс. Не случайно еще в 1920 г. он писал, что центр изучения живого вещества представляется ему "типом тех могучих учреждений, который в дальнейшем должны изменить весь строй человеческой жизни, структуру человеческого общества" [16, л. 73]. Современные научные центры, работающие сегодня в разных районах СССР — проблемные и комплексные, научно-исследовательские, научно-учебные, научно-производственные и т.п. — ведут свою историю со второй половины 50-х годов. Они возникли в ответ на запросы научно-технического прогресса своего времени и создавались, казалось бы, вне видимой связи с теми проектами, которые обдумывал когда-то Вернадский. Между тем мы находим в их работе и организации многое из его замыслов и идей. Они концентрируют огромные творческие и интеллектуальные ресурсы; многие из них строились и строятся как "ученые городки-сады", а некоторые стали известными очагами международного научного сотрудничества; их деятельность преобразует экономическую, социальную и культурную жизнь целых регионов, воздействует на темпы

и направление научно-технического прогресса, а значит, активно формирует условия, "приближающие царство разума на Земле".

Величайшая заслуга В.И. Вернадского состоит в том, что он первый в истории научной мысли выдвинул и подробно обосновал идею о необходимости общегосударственной организации науки. В работах, написанных незадолго до Великой Октябрьской социалистической революции, он указывал, что наука достигла такого уровня развития и такой степени проникновения во все сферы жизни общества, что неизбежно "должна стать объектом могущественных организаций человечества, делом государственным", иначе она не сможет успешно развиваться. В 1916—1917 гг. Вернадский не только всесторонне развил эту мысль, но и выступил с грандиозным по своему размаху и смелости проектом формирования общегосударственной системы научной деятельности. Он предлагал начать целенаправленное и систематическое создание единой сети научно-исследовательских учреждений, которая должна была, во-первых, быть "теснейшим образом связана с экономическими и научными задачами, стоящими перед страной", а во-вторых, "охватывать всю Россию, все ее области", включая национальные и отдаленные районы. Выдвигая свой проект, ученый подчеркивал, что он может осуществиться только "в виде планомерной широкой государственной деятельности" [18, с. 156—161; 13, л. 1—9]. Идея единой, целенаправленно формируемой системы научной деятельности была вершиной научно-организационной мысли того времени. Она отвечала самым прогрессивным тенденциям развития науки, но уже выходила далеко за рамки возможностей капиталистического государства.

Организация науки в общегосударственном масштабе стала реальностью только после победы социалистической революции. Опираясь на учение В.И. Ленина о роли науки в коммунистическом строительстве и на рекомендации ученых, ставших на сторону народа, молодое Советское государство развернуло планомерную и систематическую работу по формированию единой системы научной деятельности. В.И. Вернадский принял в этой работе активное участие. Его труды 1918—1944 гг. внесли серьезный вклад в становление теории государственной организации и управления научной работой. Наблюдая за ходом экономических и социально-культурных преобразований в послереволюционной России, ученый пришел к выводу, что "в опыте социалистического строительства, меняющего все устои жизни, роль науки для успеха дела должна быть огромной" [19, с. 2]. Отсюда вытекала его мысль о том, что и сознательно сформированная система научной деятельности является одним из факторов создания и укрепления нового общества. "Социалистический строй будет действен и прочен только тогда, когда в нем будет предвидена и обеспечена большая и свободная организация глубокой научной исследовательской работы", — писал В.И. Вернадский в 1929 г. Он предсказывал: "Уже в ближайшем будущем, во второй половине столетия, судя по темпу и мощности научных завоеваний последних десятилетий, это станет неизбежным и самоочевидным" [20, л. 31]. История полностью подтвердила его правоту.

В работах послереволюционного периода В.И. Вернадский неоднократно указывал, что социализм открывает невиданные дотоле возможности для развития науки, подчеркивая: "Наука должна пользоваться всеми удобствами, которые этим строем даются" [21, л. 118]. Одно из основных преимуществ

ществ социализма ученый видел в возможности создать широкую государственную организацию научной деятельности, впервые в истории сделать науку предметом заботы и сознательного регулирования со стороны общества. По его мнению, сами цели и задачи социалистического государства требуют того, чтобы научная работа "была признана государственной функцией первостепенной важности". "Логически неизбежным" следствием принципа государственной организации и государственного руководства наукой в СССР В.И. Вернадский считал "существование верховного органа научной работы страны" [21, л. 117]. Таким органом, по его мнению, предстояло стать Всесоюзной академии наук. Ученый видел в Академии наук СССР организацию, призванную "руководить научной мыслью в нашей стране, с одной стороны, а с другой — быть авторитетнейшим консультантом по всем вопросам науки и ее приложений к народному хозяйству" [22, л. 127]. Вопрос об Академии наук — о ее роли и функциях, особенностях эволюции и перспективах развития — занимает большое место в творчестве Вернадского и, безусловно, заслуживает особого рассмотрения (как, впрочем, и многие другие разработки ученого). Не останавливаясь на нем специально, отметим, что идеи, рекомендации и проекты Вернадского сыграли немаловажную роль в перестройке работы АН СССР в течение 20-х — 30-х годов и в ее превращении в крупнейший научно-организационный и научно-координационный центр страны.

Почти полвека тому назад, в записках второй половины 30-х — начала 40-х годов В.И. Вернадский сформулировал задачи органов, ответственных за управление научной деятельностью. Самой важной из них Вернадский считал разработку стратегии развития науки, определение новых перспективных направлений исследования. В условиях, когда наука стремительно перестраивается, "выходит за рамки привычных дисциплин" и непрерывно формирует новые, основным направлением работы органов государственного руководства наукой должно стать "обсуждение новых проблем, возникающих в науке или в среде ученых и не имеющих отражения в сложившейся структуре научной деятельности" [23, л. 25]. Цель обсуждения — "выявление новых наметившихся ростков научного искания" и подготовка мер, обеспечивающих их развитие. Эти положения В.И. Вернадского не утратили своего значения и актуальности. Именно на этот аспект руководства научной деятельностью как на главный указывается в решениях съездов КПСС.

С проблемой сознательного руководства наукой в интересах общества В.И. Вернадский связывал вопрос о планировании исследований. Впервые он коснулся его еще в 1916—1917 гг., говоря о необходимости планомерного формирования государственной сети научных учреждений. Двадцать лет спустя, опираясь на опыт социалистического строительства и обобщая наблюдения за развитием науки в первой трети XX столетия, он поставил этот вопрос уже более развернуто и определенно. В записках Вернадского 30-х — 40-х годов говорилось не о планировании отдельных мероприятий государства по поддержке научной деятельности, а о том, что вся "научная работа, как таковая, должна быть внесена в государственный план" [21, л. 116]. Это вытекало, как отмечал ученый, "из самого факта существования социалистического государства" и такой характерной черты его научной политики, как стремление "всегда глядеть и ориентироваться на

будущее". Включение науки в государственный план экономического и социального развития, по мысли В.И. Вернадского, обеспечивает единство стратегического руководства научной деятельностью и ее всестороннее развитие в тесной связи с задачами, стоящими перед обществом. Планирование исследований не должно ни регламентировать научную работу в какой-либо области, ни "как-нибудь иначе ограничивать свободу научного искания". Смысл планирования научной деятельности Вернадский видел в том, чтобы концентрировать усилия ученых и необходимые государственные ресурсы на самых важных для общества участках исследовательского фронта, развивать научную работу "в направлении наиболее нужных для жизни проблем".

Необходимость создания действенной системы руководства и планирования научной деятельности была связана, по убеждению В.И. Вернадского, не только с логикой социалистического строительства, но и вызвана логикой развития мировой науки. Он не раз подчеркивал, что осознанное регулирование научно-технического прогресса со стороны общества и в интересах общества выступает как одна из важнейших задач современного человечества. "Вопрос о плановой единообразной деятельности для овладения природой и правильного распределения богатств, связанный с сознанием единства и равенства всех людей, единства ноосферы стал на очередь дня. Движение повернуто быть не может", — писал он в 1937 г. [5, с. 109]. Этот вопрос был рожден невиданными масштабами научной деятельности и, говоря словами самого ученого, "вселенскостью" науки, которая в XX в. "охватила всю планету, все на ней находящиеся государства". Неотложность его решения вызывают огромные социальные задачи, стоящие перед людьми Земли, в том числе "небывалые задачи сознательного направления организованности ноосферы", а главное, — необходимость предотвратить использование научной работы "для разрушительных, противоречащих идее ноосферы целей". Самой жизнью, утверждал Вернадский, выдвигается мысль о создании "научного мозгового центра человечества", и этой идее принадлежит будущее, ибо "корни ее тесно связаны с ходом научной мысли и ею непрерывно питаются" [5, с. 69]. Таким образом, формирование механизма планового развития научной деятельности и ее широкой межгосударственной координации, создание системы социального контроля за направлением исследований и, главное, за использованием их результатов — эти задачи приобрели, по убеждению ученого, значение всепланетных проблем, тесно связанных с будущим науки, человечества, Земли.

Рассказать обо всех разработках В.И. Вернадского в области организации науки в одной и даже, пожалуй, в нескольких статьях невозможно. Самостоятельного изучения требуют его идеи, касающиеся постановки научного образования, подготовки кадров исследователей и формирования "интеллектуальной среды", необходимой для развития науки; вопросы соотношения и взаимодействия фундаментальных и прикладных исследований; проблемы информации, организации международного сотрудничества ученых и многое другое. При знакомстве с творческим наследием Вернадского в этой области поражает не только разнообразие поставленных им проблем, а прежде всего то, насколько важны и актуальны поднятые им вопросы, а главное, намеченные решения с точки зрения сегодняшнего дня. Лишь сравнительно небольшая часть замыслов ученого была реализо-

вана при его жизни. Некоторые из них осуществляются только в наши дни, а большинство еще ждет своей оценки в будущем.

Огромное научно-организационное наследие В.И. Вернадского, к сожалению, еще мало изучено. Значительная часть его разработок не известна широкому кругу ученых, так как до сих пор остается в рукописях. Между тем анализ и освоение его проектов, рекомендаций и соображений с позиций нашего времени помогли бы найти ответы на многие неотложные вопросы организации, а значит, и интенсификации научной деятельности, стоящие перед нами сегодня. Особую ценность представляют теоретический и методологический аспекты научно-организационного творчества Вернадского. Эти стороны его наследия — неиссякаемый источник плодотворных идей, богатейший материал для разработки многих кардинальных проблем науковедения, и прежде всего для создания теории организации науки.

А Б С Т Р А К Т

The article presents principles of scientific organization developed by V.I. Vernadsky while establishing new scientific enterprises and his theoretical comprehension of this important scientific trend.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Вернадский В.И. Письмо к Н.Е. Вернадской. — Архив АН СССР (ААН СССР), ф. 518, оп. 7, д. 35.
2. Вернадский В.И. Из воспоминаний. — ААН СССР, ф. 518, оп. 2, д. 70.
3. Вернадский В.И. Об основаниях университетской реформы. М.: Изд-во МГУ, 1901. 17 с.
4. Вернадский В.И. Задачи высшего образования нашего времени. — Вестн. воспитания, 1913, № 3, с. 1—17.
5. Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление. Размышления натуралиста. М.: Наука, 1977, кн. 2. 191 с.
6. Вернадский В.И. Очередная задача изучения естественных производительных сил. — Науч. работник, 1926, № 7/8, с. 3—21.
7. Вернадский В.И. набросок речи для съезда натуралистов Украины. (1919). — ААН СССР, ф. 518, оп. 1, д. 108.
8. Вернадский В.И. Исторический смысл событий в России. Фрагмент. (1917). — ААН СССР, ф. 518, оп. 1, д. 276.
9. Вернадский В.И. Об основах организации научной геологической работы в Академии наук и в нашей стране. 1939. Записка. — Кабинет-музей В.И. Вернадского в ГЕОХИ АН СССР.
10. Вернадский В.И. Вопрос об естественных производительных силах в Русском обществе в XVIII—XX вв. наброски (1921—1922). — ААН СССР, ф. 518, оп. 1, д. 206.
11. Вернадский В.И. Предисловие. — В кн.: Очерки и речи. Пг., 1922, кн. 2, с. 3—4.
12. Вернадский В.И. Радиевые институты. — Русская мысль, 1911, № 2, с. 251—256.
13. Вернадский В.И. О задачах КЕПС в деле создания специальных исследовательских институтов. Записка. (1916—1917). — ААН СССР, ф. 518, оп. 1, д. 307.
14. Вернадский В.И. О национальном Минералогическом музее при Украинской Академии наук в Киеве. — В кн.: Сборник трудов по выработке законопроекта об учреждении Украинской Академии наук в Киеве. Киев, 1919.
15. Вернадский В.И. Об организации научной работы КЕПС. Записка. — ААН СССР, ф. 518, оп. 1, д. 307.
16. Вернадский В.И. Дневник 1920 г. — ААН СССР, ф. 518, оп. 2, д. 11.
17. Вернадский В.И. О переходе Всесоюзной Академии из Ленинграда в Москву. Записка, 1934. — ААН СССР, ф. 518, оп. 4, д. 18.

18. Вернадский В.И. О государственной сети исследовательских институтов. — В кн.: Отчеты о деятельности академической Комиссии по изучению естественных производительных сил России. Пг., 1917, № 8, с. 147–196.
19. Вернадский В.И. О задачах и организации прикладной научной работы в Академии наук СССР. Л.: Изд-во АН СССР, 1928. 43 с.
20. Вернадский В.И. Тезисы об организации работы КЕПС. — ААН СССР, ф. 518, оп. 4, д. 28.
21. Вернадский В.И. О расширении функций Академии наук. Записка. — ААН СССР, ф. 518, оп. 4, д. 44.
22. Вернадский В.И. О плане работы Академии наук. Записка. — ААН СССР, ф. 518, оп. 4, д. 44.
23. Вернадский В.И. В Секретариат Президиума АН СССР. Записка. — ААН СССР, ф. 518, оп. 4, д. 51.

УДК 001.5:57

Р.К. Баландин
В.И. ВЕРНАДСКИЙ
И СМЕНА ПАРАДИГМЫ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ

Для осмысления великих научных открытий требуется определенный срок. Не только потому, что новые неожиданные идеи редко находят благожелательный прием даже среди специалистов из-за целого ряда объективных и субъективных факторов. Новаторство мыслителя должно быть оценено в связи с общим ходом научной мысли, с изменениями в развитии культуры, цивилизации, общественных интересов, социальной и природной среды.

Многие конкретные научные достижения В.И. Вернадского были по достоинству оценены еще при жизни ученого. Пришла пора воздать ему должное как величайшему естествоиспытателю XX века, идеи которого о биосфере и ноосфере становятся ключевыми в современном естествознании.

Понятие "парадигма", прочно вошедшее в историю науки и науковедения, требует некоторого пояснения. По определению Т. Куна, парадигма обозначает "всю совокупность убеждений, ценностей, технических средств и т.д., которая характерна для членов данного сообщества", а также "конкретные решения головоломок, которые, когда они используются в качестве моделей или примеров, могут заменять эксплицитные правила как основу для решения неразгаданных еще головоломок нормальной науки" [7, с. 220].

Применительно к естествознанию в целом подобное частное толкование понятия, отвечающее масштабам конкретных сообществ и наук, надо дополнить. В нашем случае имеется в виду прежде всего круг естественнонаучных проблем, выдвинувшихся на первое место, определяющих ведущие — в социальном и общетеоретическом аспектах — направления исследований и основы научного мировоззрения эпохи. Например, в середине прошлого века подобные проблемы выдвинул Дарвин, а в начале нашего века — Эйнштейн. Причем популярности новой физики способствовали не только ее замечательные теоретические достижения, но и практическая

их реализация. Учение Дарвина о естественном отборе и борьбе за существование отвечало не только общетеоретическим, но и социальным потребностям своего времени. Аналогичным образом учение Вернадского о биосфере и ее преобразовании человеком, создании сферы разума созвучно коренным глобальным проблемам современности: сохранения мира, охраны окружающей среды, рационального использования природных ресурсов, познания сути человеческого бытия на планете и в космосе.

Роль Вернадского как историка и теоретика науки все еще остается недооцененной. Отметим, что многие признанные специалисты не предусмотрели возможности выхода наук о Земле (в частности, геохимии) на одно из ведущих мест в современном естествознании, В.И. Вернадский еще в первой четверти нашего столетия характеризовал геохимию как науку XX века. Впрочем, учение о биосфере охватывает области целого ряда научных дисциплин.

Вернадский рассматривал духовную жизнь общества как проявление особого процесса в биосфере, ведущего к ее перестройке в новую сущность. С этих позиций он анализировал и эволюцию научной мысли и технической деятельности: "История науки и техники, вместе взятые, может быть рассматриваема в геологии и биологии как история создания на нашей планете в биосфере новой геологической силы — человеческого труда мысли. Эта геологическая сила, медленно создававшаяся, геологически длительно, в нашем столетии получила яркое проявление, и на наших глазах биосфера... охватывается научной и технической мыслью и переходит в новую геологическую стадию [3, с. 230].

По-видимому, Вернадский первым обосновал положение о том, что человеческое познание является не только личностным и социальным феноменом, но и неотделимо от структуры биосферы: "Логика естествознания в своих основах теснейшим образом связана с геологической оболочкой, где проявляется разум человека, т.е. связана глубоко и неразрывно с биосферой, единственной областью жизни человека, с состоянием ее физико-химического пространства—времени" [5, с. 26].

О глобальной деятельности человека, преобразующего окружающую среду, в частности ландшафты, в середине прошлого века писали некоторые ученые, например Г. Марш. Однако о единстве общества с природой, включающем и сферу мысли научного знания, идеи Вернадского оказались новы даже до середины нашего века.

Роль Вернадского как историка и теоретика науки все еще остается недооцененной. Возможно, так происходит потому, что в традиционном подходе к истории знаний отдается предпочтение физико-математическим и техническим наукам, а геологическим отводится второстепенная роль. Скажем, такие признанные специалисты, как Дж. Бернал и позже Т. Кун, даже не предусмотрели возможность выхода наук о Земле на одно из ведущих мест в современном естествознании. Вернадский еще в первой четверти нашего столетия характеризовал геохимию как науку XX в. Впрочем, его учение о биосфере выходит далеко за пределы геохимии, охватывая целый ряд научных дисциплин. По существу, это — глобальная экология и экология человека, популярность и значимость которых необычайно возросли во второй половине нашего века.

Органично сочетая исследования на переднем крае науки с изысканиями

в области истории знаний, Вернадский и в том и в другом случае приходил к оригинальным новаторским идеям и теориям. Однако — и он всегда подчеркивал это — у него были великие предшественники. Так было и с его идеями о взаимодействии познания и преобразования природы, об органической связи человеческого общества с природной средой. Правда, в этом случае Вернадский, мало знакомый с трудами классиков марксизма (в его годы труды эти по большей части не были опубликованы), не имел возможности оценить преемственность своих идей. Но тем знаменательнее совпадение его взглядов на взаимодействие человека и природы с положениями марксизма.

Вот слова К. Маркса: "Животные и растения, которых обыкновенно считают продуктами природы, в действительности являются продуктами труда не только прошлого года, но в своих современных формах и продуктами видоизменений, совершившихся на протяжении многих поколений под контролем человека, при посредстве человеческого труда"¹. О природе познания и познании природы прекрасно писал Ф. Энгельс: "Как естествознание, так и философия до сих пор совершенно пренебрегали исследованием влияния деятельности человека на его мышление. Они знают, с одной стороны, только природу, а с другой — только мысль. Но существеннейшей и ближайшей основой человеческого мышления является как раз *изменение природы человеком*, а не одна природа, как таковая, и разум человека развивался соответственно тому, как человек научался изменять природу"². И еще одно его замечание относительно противопоставления мышления и природы: "Так бывает всегда, когда "сознание", "мышление" берется вполне натуралистически, просто как нечто данное, заранее противопоставляемое бытию, природе. В таком случае должно показаться чрезвычайно удивительным то обстоятельство, что сознание и природа, мышление и бытие, законы мышления и законы природы до такой степени согласуются между собой. Но если, далее, поставить вопрос, что же такое мышление и сознание, откуда они берутся, то мы увидим, что они — продукты человеческого мозга и что сам человек — продукт природы, развившийся в определенной среде и вместе с ней"³.

Нетрудно заметить, что Вернадский развивал именно эти представления, конкретизируя характер этой среды (область жизни — биосфера), определяя ее структуру и эволюцию, а также конкретизируя исследования деятельности человека на планете (перестройка биосферы посредством техники — своеобразный геологический процесс, который А.Е. Ферсманом назван техногенезом).

Человек создает образ, модель окружающего мира в соответствии с возможностями своего сознания. Среда формирует сознание человека в соответствии со своими особенностями. Характер окружающей человека среды за последние десятки тысячелетий во многом определялся техногенезом, преобразованиями биосферы. Значит, в нашем сознании в той или иной форме запечатлены результаты преобразований природы, струк-

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 23, с. 192.

² Там же, т. 20, с. 545.

³ Там же, т. 20, с. 34.

туры преобразованной биосферы. По принципу обратной связи сознание человека входит составной частью в область жизни и определяет ее особенности.

Обратим внимание на то, что К. Маркс и Ф. Энгельс подчеркивали изменение природы трудом человека, его деятельностью. В этой связи целесообразно, по-видимому, сферу активной технической деятельности человека (техногенеза) назвать техносферой. И тогда снимается тот вопрос, который был поставлен В.И. Вернадским в связи с идеей ноосферы: "Мысль не есть форма энергии. Как же может она изменять материальные процессы?" [6, с. 328].

Колоссальные достижения современной НТР, активное внедрение технических систем (техновещества) в биосферу и превращение техногенеза в наиболее мощную геологическую силу на земной поверхности позволяют говорить о формировании техносферы, области технической деятельности человека на Земле и в космосе [4, 5]. Концепция техносферы не противоречит понятию ноосферы (по Вернадскому). Как писал Вернадский: "С биохимической точки зрения важны, конечно, не научная мысль, не научный аппарат, не орудия науки, но тот реальный результат, который называется в геохимических явлениях, вызванных мыслью и работой человека в новом состоянии биосферы, которое им создается" [6, с. 280].

Исходя из своих представлений о человеке и его месте в природе, Вернадский предостерегал от излишнего увлечения в естествознании картинами мира астрономической и физической: "Увеличивая мир до чрезвычайных размеров, новое научное мировоззрение в то же время низводило человека со всеми его интересами и достижениями — низводило все явления жизни — на положение ничтожной подробности в Космосе" [5, с. 247]. Он писал: "Невольно зарождается сомнение, не позволяющее натуралистам мириться с приматом математических, астрономических и физико-химических наук, вытекающим из современного научного построения мироздания" [5, с. 253]. И делал вывод: "Мы подходим к очень ответственному времени — к коренному изменению нашего научного мировоззрения [5, с. 259].

Смена научного мировоззрения происходит не только благодаря успехам научного познания, появлению новых идей, сведений, теорий. В истории знаний многие идеи, концепции появляются значительно раньше того времени, когда им суждено определять основы научного мировоззрения. Так, гелиоцентрическая система была известна задолго до Коперника, эволюционная идея — до Дарвина и т.д. В обществе должны возникнуть условия, благоприятствующие становлению и расцвету данной концепции ("общественный резонанс").

Какие же предпосылки для смены господствующего научного мировоззрения, а точнее, для выхода на первый план в системе научных знаний наук о Земле, жизни, человеке? Прежде всего ясно проявившееся в середине нашего века противоречие между ограниченными природными ресурсами биосферы и практически неограниченными возможностями техногенеза — глобальной технической деятельности человека; между примитивно сконструированным техновеществом и сложно организованным биовеществом ("живым веществом", по Вернадскому); между стремительно растущими материальными потребностями людей, а также средствами

их удовлетворения (за счет ресурсов биосферы) и несоответственно медленным ростом или даже уменьшением духовных потребностей, средства удовлетворения которых стандартизованы, упрощены ("индустрия развлечений") и способствуют формированию "техногенного человека" [2, с. 144—149]. Не менее существенны и трагичны современные глобальные социальные противоречия, противостояние мощных государственных систем, обладающих орудиями разрушения необычайной силы, способными смести с лица земли все высшие формы жизни, для создания которых требовались миллиарды лет биологической и геологической эволюции.

Подобные противоречия, грозящие — впервые за всю историю человечества — глобальными катастрофами, определяются прежде всего успехами научно-технического прогресса. Однако все свои материальные потребности, включая потребность в обороне, человек может удовлетворять лишь за счет ресурсов биосферы. Для их эксплуатации, использования требуется прежде всего мощная техника — посредник между человеком и биосферой. Этим обстоятельством определяется примат физико-математических наук начиная с эпохи Возрождения. Расцвет и господство физико-математических наук позволили осуществить колоссальные технические свершения: производство разнообразнейших машин, овладение атомной энергией, выход человека в космос и экспедиции на другие планеты, создание "разумных" автоматов, ЭВМ. Однако эти завоевания сопровождались загрязнением и частичной деградацией биосферы, отчуждением человека от природы, угрозой разрушительнейшей войны.

Чтобы противодействовать подобным негативным явлениям, необходим новый взлет научной мысли, определяемый прогрессом наук о Земле, жизни, человеке. Безусловно, будет продолжаться и технический прогресс, но уже с учетом экологических требований ("экологизация" техники и технологии). Человечество вынуждено регулировать свою геологическую деятельность таким образом, чтобы причинять минимальный урон области жизни. В идеале техногенез должен превратиться из процесса подавляющего биогенез и разрушающего биосферу в процесс, содействующий увеличению разнообразия, богатства и сложности живого вещества и биосферы. Задача эта чрезвычайно сложная. Ее решение — даже в самых общих чертах, в первом приближении — отсутствует. В трудах Вернадского нет готовых рецептов "лечения болезней" современной технической цивилизации. Сказались на его представлениях о геологической деятельности человека бытовавшие представления о якобы противозентропийной (негэнтропийной) направленности преобразований биосферы [6, с. 232]. Факты, расчеты показывают несостоятельность подобных представлений [2, с. 63, 64]. Однако это обстоятельство никак не умаляет значение великого создания Вернадского — учения о биосфере—ноосфере, на основе которого (и пожалуй только на этой основе) возможен синтез современных естественнонаучных и гуманитарных знаний. Вернадским открыто новое направление научных исследований, от успеха которых зависит будущее человечества.

До сих пор смена парадигмы в естествознании происходила стихийно. И нынешняя популярность концепции биосферы—ноосферы объясняется объективными причинами, негласным "социальным" заказом, обостре-

нием экологических проблем. Многие зарубежные ученые, разрабатывающие биосферную тематику, склонны недооценивать роль Вернадского в создании учения о биосфере, а то и вовсе не знакомы с его трудами; воспринимают это учение как стихийно и "безлико" сложившуюся систему знаний. За последние годы в нашей стране появился целый ряд работ, развивающих и популяризирующих его идеи, издаются его труды. Мы продолжаем "открывать" творчество Вернадского. Прошедшие десятилетия не отдаляют нас от него, а приближают к нему, подтверждая величие и глубину его прозрений.

Во второй половине нашего века начинается перестройка биосферы, сознательно регулируемая человеком. Настала пора сознательно регулировать и происходящую стихийно смену научных мировоззрений. Это требует перестройки структуры научного знания, смены акцентов в определении ведущих направлений исследований, обновления организационных форм науки, выработки языка научного синтеза.

За последние четыре столетия сформировался стереотип научного мышления, исходящий из явного или неявного уподобления природных объектов, в частности биосферы, механическим системам. Показательно, что и сам Вернадский сначала писал о "механизме биосферы", а затем счел это ошибкой и стал говорить об "организованности биосферы". Подобные общенаучные механические модели в сочетании с насыщением области жизни техникой и стремлением жестко регулировать природные процессы способствуют ускоренной "механизации" биосферы, упрощению ее организованности, подавлению природных экосистем и т.д. Ситуация обостряется из-за абсолютного преобладания в естествознании традиционных методов дифференцированного познания биосферы средствами различных наук по принципу анализа механических систем. Однако целостность механических систем конструктивна, а биосферы — органична. Иначе говоря, биосфера не есть механическая сумма слагающих ее частей, а есть их органичное единство, где изменение одной "детали" нарушает целостность всей системы и вызывает сложнейшую цепь компенсирующих реакций.

Система естественнонаучных знаний взаимосвязана со структурой биосферы, преобразованной человеком, и является важным фактором ее изменений. Смена парадигмы в естествознании становится залогом последующей гуманизации области жизни (где в настоящее время господствует стихийный техногенез), грядущего перехода техносферы в ноосферу.

Творчество В.И. Вернадского пронизано ощущением цельности мироздания, включающего биосферу, живое вещество, инертные минералы и живительное солнечное излучение, мыслящую человеческую личность. Есть полное основание полагать, что идеи Вернадского о биосфере и ее преобразовании человеком предопределили смену научного мировоззрения во второй половине XX в., открыв важнейшее направление естественнонаучных исследований и практических мероприятий.

АБСТРАКТ

The article analyses the relationship of V.I. Vernadsky's achievements in natural sciences with general development of culture, social progress and scientific and technological revolution. The change of dominating scientific outlook and the leading role of the scientific knowledge about The Earth, life and man is discussed.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Баландин Р.К.* Геологическая деятельность человечества. Техногенез. Минск: Вышэйш. шк., 1978. 304 с.
2. *Баландин Р.К.* Область деятельности человека. Техносфера. Минск: Вышэйш. шк., 1982. 208 с.
3. *Вернадский В.И.* Избранные труды по истории науки. М.: Наука, 1981. 360 с.
4. *Вернадский В.И.* Очерки геохимии. М.; Л.: Госиздат, 1927. 368 с.
5. *Вернадский В.И.* Проблемы биогеохимии. М.: Наука, 1980. 320 с. (Тр. Биогеохим. лаб.; Т. 16).
6. *Вернадский В.И.* Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965. 374 с.
7. *Кун Т.* Структура научных революций. М.: Прогресс, 1975. 288 с.

В.И. ВЕРНАДСКИЙ И СОВРЕМЕННОЕ ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ

УДК 574

Б.С. Соколов

БИОСФЕРА: ПОНЯТИЕ, СТРУКТУРА, ЭВОЛЮЦИЯ

Пределы биосферы обусловлены прежде всего *по-
лем существования жизни.*

Биосфера — организованная, определенная *обо-
лочка земной коры, сопряженная с жизнью.*

Земная кора — область былых биосфер. . . , на
всем протяжении геологической истории от Крипто-
зоя и до современного, биосфера уже существо-
вала и она была широко проникнута живым ве-
ществом. *Биосфера геологически вечна.*

Обращаясь к данным геологии, мы должны
признать, что жизнь существовала во все геологи-
ческие периоды.

В.И. Вернадский

УЧЕНИЕ В.И. ВЕРНАДСКОГО О БИОСФЕРЕ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ

Биосфере в целом и ее различным аспектам — научным, техническим, социальным, философским и прогностическим — посвящены сотни тысяч публикаций, тысячи научных заседаний, конференций и симпозиумов всех рангов и направлений, множество различных исследовательских программ как национальных, так и международных.

Не будет преувеличением утверждать, что в современном естествознании и в жизни современного человеческого общества представление о биосфере занимает одно из центральных мест. С тех пор как окружающая нас природная среда — этот важнейший элемент биосферы — стала испытывать на себе заметное влияние бурно расширяющейся производственной деятельности людей, человечество не покидает тревога за судьбу биосферы.

В этой ситуации первостепенное значение приобретают наши точные знания о функционировании биосферы как глобальной экологической системы первого порядка, о пределах устойчивости этой системы. Требуемые знания сейчас тоже оказываются недостаточными и противоречивыми, а их приобретение также сопряжено с огромными расходами на создание

планетарной службы биосферных наблюдений и научно-исследовательских центров, способных перерабатывать комплексную информацию и эффективно работать в области действительно научно обоснованного прогноза.

Но особенно опасна убежденность людей, поверхностно знающих предмет, что способность биосферы к устойчивости и саморегулированию почти беспредельна, что с техногенными критическими ситуациями природа в конечном счете сама справится, как она справлялась с рядом других глобальных изменений, происходивших на Земле в ходе ее естественного геологического развития. При этом даже среди некоторой части ученых можно услышать в качестве утешительного довода утверждение, что быстрое и полное вымирание динозавров в конце мезозоя не помешало появлению человека. За подобными сентенциями не скрывается ничего, кроме безграмотности в области элементарных основ естествознания.

Обращение к геологии и палеонтологии в поисках соответствующих свидетельств и ответов на вопросы, которые возникают при рассмотрении современного состояния и будущего биосферы, вполне закономерно. Само учение о биосфере сформировалось в недрах геологии и геохимии на стыке этих наук с биологией и физической географией. Впрочем, коротко и четко очертить базу этого учения трудно, — она включает множество и космических связей.

Это учение нерасторжимо связано с именем крупнейшего натуралиста — мыслителя XX в., минералога и геохимика В.И. Вернадского, создавшего новую стройную систему естественноисторического миропонимания, которое он сам называл "геологическим". Один из ближайших друзей В.И. Вернадского профессор Б.Л. Личков писал: "В.И. Вернадский развил чрезвычайно поучительную и интересную систему воззрения на жизнь и живое, которая произвела буквально переворот в мировоззрении естествоиспытателей, в их взглядах на жизнь и живое, связав их неразрывными узами с геологическими процессами изменения Земли" [22, с. 7]. Сказанное, вероятно, является вполне достаточным и ясным ответом на вспыхивающую время от времени дискуссию между представителями геолого-геохимических, биологических и географических наук — какому из циклов этих наук принадлежит преимущественное право на разработку учения о биосфере. В учении о биосфере не должно быть только одной какой-либо лидирующей концепции — географической, биологической или геохимической, его объединяет общий мировоззренческий стержень — представление об организованности биосферы, материально-энергетической целостности составляющих ее живых, косных и биокосных тел и геологической вечности биосферы.

Сам В.И. Вернадский был решительным противником расчленения проблемы биосферы по отдельным научным дисциплинам. Сущность целостного подхода к явлениям природы, составляющего методологическую основу учения о биосфере, ученый предельно четко сформулировал в одной из последних своих работ "Мысли и замечания о Гете как натуралисте": "Синтетическое изучение объектов природы — ее естественных тел и ее самой как "целого" — неизбежно вскрывает черты строения, упускаемые при аналитическом подходе к ним и дает новое. "Этот синтетический подход характерен для нашего времени и 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" [16, с. 288—289].

Намного позже к этим же мыслям В.И. Вернадского вновь обратился один из крупнейших исследователей физики биосферы, профессор Г.Ф. Хильми: "Полное, научно обоснованное описание биосферы невозможно на языке одной какой-либо науки или одного научного направления. Сущность биосферы такова, что ее научное описание достижимо только путем одновременного применения представлений многих наук. Иначе говоря, полная концепция биосферы должна строиться как система связанных между собой и опирающихся друг на друга частных концепций биосферы, разрабатываемых средствами разных фундаментальных наук" [33].

То, что В.И. Вернадский [10] называет своим "геологическим миропониманием", углублялось им на протяжении всей жизни и нашло свою полную завершенность в последней, еще при жизни опубликованной его работе "Несколько слов о ноосфере" [10]. Без введения этого представления в контекст любой концепции, с которой можно подойти к развитию учения о биосфере, все эти концепции не могут быть полноценными.

В последнее время в связи с остротой биосферных проблем ставится вопрос о необходимости обособления специальной науки, которая имела бы предметом своего изучения биосферу Земли. На первый взгляд этот вопрос кажется простым, однако для однозначного ответа необходимо и однозначное представление о том, что же следует называть биосферой. Как мы увидим далее, эти представления пока остаются разными по крайней мере у части геологов, географов и биологов. Их разные подходы к изучению тех или иных главнейших элементов биосферы вызвали бы и разную формулировку такой науки. Для тех, кто ограничивает биосферу экосферой в ее современном, "итоговом" состоянии, возможно, название экология или глобальная экология [1] было бы вполне достаточным. Вероятно, еще полнее (но не шире) отвечало бы название биогеоценология (конечно, не только с ее фитоценологическим ядром, как у В.Н. Сукачева [32]), хотя частица "гео" кажется здесь совершенно излишней. Понятия биоценоз, экологическая система никем не мыслятся вне среды, географического пространства, вне исторического процесса формирования функционирующих сообществ. По моему мнению, экосистема и биогеоценоз — это синонимы, и предпочтение я отдаю первому термину.

Эти рассуждения нет необходимости продолжать дальше, тем более что им можно противопоставлять сходные рассуждения с учетом преимущественных интересов геологов и палеонтологов, имеющих дело с различными тафоценозами и древней средой, изучаемыми средствами своих собственных наук. Речь сейчас идет о биосфере в широком понимании, приданном ей В.И. Вернадским, и, это важно подчеркнуть, о мегабиосфере в смысле Н.Б. Вассоевича [3], но не в ее структурном [5a], а геоисторическом смысле, или о панбиосфере в трактовке, приведенной ниже. Важно избежать представления о механическом сложении непрерывно ныне функционирующей биосферы и былых биосфер, уже связанных в биогенной и биокосной субстанции (метабиосфера Н.Б. Вассоевича).

С точки зрения историка былой жизни и живого, с позиции палеобиолога, палеонтолога (а палеонтология — преддверие неонтологии с совершенно размытой границей между ними), биосфера в целом представляется единством потока живого вещества в присущей ему среде, она неделима. Или лучше сказать, делима в том смысле и в том случае, когда мы нуждаемся и способны вычлениить ту или иную ее часть (например, водную, атмосферную, почвенную или вошедшую в структуру разных биолитов, в литосферу вообще и т.д.), к изучению которой, имея частную цель, можно подойти с помощью некоторых, вполне специфических методов. Думаю, что совершенно не уклоняюсь от духа учения В.И. Вернадского.

Допускаю, однако, что исследователи не всегда учитывают глубокий подтекст формулировок и высказываний В.И. Вернадского. К ним, например относится такое часто цитируемое выражение: "Биосфера есть оболочка земной коры, состоящая из трех, может быть, четырех геосфер: коры выветривания (твердой), жидкой гидросферы (Всемирный океан), тропосферы и, вероятно, стратосферы (газообразной)". И одновременно сама "биосфера. . . — оболочка земной коры" [7]. Конечно, речь идет о вхождении биосферы в косные, биокосные и биогенные тела. Именно поэтому В.И. Вернадский [8] и говорит, что "вещество биосферы резко и глубоко неоднородно".

Все наши знания о биосфере с неизбежностью приводят к выводу, что биосфера, как объект изучения, — объект междисциплинарный. Уже в последние годы жизни, задавшись целью изложить "философские мысли натуралиста", В.И. Вернадский подошел к биосфере с позиций нового научного знания, показавшего все возрастающее значение биосферы в жизни человечества, ее эволюцию, сделавшую особенно резкий скачок с появлением *Homo sapiens*, включившего в биосферный процесс разум.

В этих размышлениях (они опубликованы в двух книгах в 1975 и 1977 гг. и выборочно в 1973 г. в журнале "Природа"), важнейших для понимания биосферы как величайшей организованности живого и косного (возможно, мы бы теперь сказали — геосистемы В.Б. Сочавы [31]), как суперобъекта внимания ученых, философов и политиков, читатель, однако, нигде не найдет попытки выделить изучение биосферы в какую-либо науку, специально ей посвященную. Никто не имел бы большего права, чем В.И. Вернадский, назвать эту науку особо, но он этого не сделал, однако писал: "В классификации наук биосфера должна быть учтена как основной фактор, что, насколько знаю, сознательно не делалось" [14].

Вряд ли есть основание думать, что право дать наименование этой науке он оставил кому-то в будущем. Всякий, кто знаком с историей становления геохимии и биогеохимии, да и многих других наук и научных направлений в познании Земли, Вселенной и жизни, формировавшихся в XX в., знает, какой огромный арсенал идей, фактов и аргументов В.И. Вернадский привлекал и мог привлечь для обоснования их самостоятельности по объекту, методам и целям исследований. И ни в чем так ярко не проявился могучий ум ученого, его неистощимая эрудиция и интуиция, как в рассуждениях о соотношении биосферы и биогеохимии. Именно последнюю он в первую очередь считал наукой о биосфере, хотя и она не исчерпывает все стороны этого необычайно сложного и многомерного объекта.

Начиная с 1965 г., когда была опубликована, вероятно, наиболее значительная книга В.И. Вернадского "Химическое строение биосферы Земли и ее окружения", мы все полнее и шире знакомимся с наследием этого удивительного ученого и человека. Сравнительно недавно вышла в свет еще одна его книга "Живое вещество". В превосходном предисловии к ней К.П. Флоренский пишет: "В работе В.И. Вернадского читатель не найдет окончательных научных решений. . . , четких формулировок и выводов. . . , в ней он найдет гораздо большее — пример постановки важнейшей проблемы во всей научной широте, свойственной только крупнейшим ученым" [34, с. 2].

Это "большее" становится ясным, когда мы обращаемся к словам самого В.И. Вернадского [14, с. 89]: "В наше время рамки отдельной науки, на которые распадается научное знание, не могут точно определить область научной мысли исследователя, точно охарактеризовать его научную работу. Проблемы, которые его занимают, все чаще не укладываются в рамки отдельной, сложившейся науки. Мы специализируемся не по наукам, а по проблемам". Изучение биосферы — это и есть проблема, проблема многоаспектная, глобальная, космическая. Ее нельзя связать не только с какой-либо наукой, но и каким-либо отдельным циклом наук — биологических, геологических, географических, геофизических, к тому же это проблема социальная и философская. Лучше и полнее всего охватывает эту проблему то, что мы давно и привычно называем *учением о биосфере* или общим учением о биосфере. Произвести от биосферы какую-либо одну "логию" просто невозможно. В любом случае это только принизило бы *учение*, хотя буквально "logos" и "учение" одно и то же. Всю меру этого несоответствия в отношении *общего учения о биосфере* лучше всего понимают люди, пользующиеся русским языком. Общее учение о биосфере скорее своеобразная "биосферософия", чем какая-либо "логия", включая и "биосферологию".

О значении учения В.И. Вернадского о биосфере как новой парадигмы современного естествознания много говорится и в широкой печати, и в специальной научной литературе. Этому посвящен и ряд статей в настоящем сборнике. Здесь же хотелось еще раз обратить внимание на необходимость привлечения разработанного В.И. Вернадским общегеологического подхода к изучению современного состояния и будущего биосферы. В следующих разделах мы на нем остановимся подробнее. Понимание геологических основ жизни человечества и развития цивилизации, свойств современной геологической среды и самого человека как геологической силы должно стать общественным явлением, частью обязательного образовательного минимума, элементом воспитания и формирования общего экологического мышления и материалистического мировоззрения.

ПОНЯТИЕ БИОСФЕРЫ И ЕЕ СТРУКТУРА

Вероятно, в расчлененности восприятия биосферы заключается главная причина появления ее противоречивых определений. Весьма полезный и содержательный критический обзор последних был сделан Н.Б. Вассоевичем [3, 4], а сама история учения о биосфере рассмотрена в их совместной работе с А.Н. Ивановым [5].

Что же такое биосфера? Каково ее отношение к другим геосферам? Расчленима ли биосфера и что представляют собой ее элементы?

На все эти вопросы можно найти ответы в трудах и размышлениях В.И. Вернадского; их и надо искать у того, кто сам их искал. Восприняв новаторские естественноисторические представления своего великого учителя В.В. Докучаева, с предельной бережностью он препарировал идеи Ламарка (1801—1802 гг.) и впервые показал нам, что Ламарк вплотную подошел к понятию биосферы, но, утвердив биологию, он не выразил каким-либо словом представление о сфере действия живых существ. Термин "биосфера" В.И. Вернадский взял у Э. Зюсса [42], хотя в его толковании он был ближе к Ламарку и И.Вальтеру (1911, 1912 гг.), чем к Э. Зюссу и другим, не видевшим в биосфере ничего, кроме мира живых существ, создающих мозаичную сферу своего распространения на Земле.

К созданию учения о биосфере вели многие пути, но нужен был Вернадский, чтобы на перекрестке этих путей увидеть за "покровом живых существ" "живое вещество" планеты, непрерывность его потока, понять его роль в геохимической структуре биосферы. Биогеохимия стала одной из важнейших наук в изучении биосферы, а планетный геологический аспект биосферы связал воедино историю и судьбу живого вещества с косными и биокосными телами Земли, с геологической историей планеты и ее основными оболочками. Рассуждения В.И. Вернадского о пределах биосферы не оставляют ни малейшего сомнения, что он понимал под нею "оболочку жизни — область существования живого вещества", сопряженно связанного с другими геосферами или их частями. Здесь живое вещество проявлялось как "геологическая функция биосферы". И так было всегда. Поэтому контуры биосферы не следуют контурам земных оболочек и геосфер, дисконформно входят в них, захватывая тропосферу, всю гидросферу, ландшафтные зоны континентов (геохоры) и в тех или иных пределах стратисферу, где жизнь может устойчиво сохранять активность, т.е. нести свою геологическую (геохимическую) функцию (одна из моделей показана на рис. 1).

Хотя формулировки В.И. Вернадского о жизни (живых существах и их эволюции), о неравномерности ее концентрации, живом веществе, о биосфере и ее геологической функции, о биосфере, как особой геологической оболочке, о мертвых и биокосных телах, о вечности биосферы и многие другие были вполне четкими и ясно рисовали его представление о биосфере в целом, месте, которое она занимает на Земле, и роли, которую она играет в ее истории и геохимической организованности, тем не менее в литературе появилось немало определений биосферы, более или менее резко уклоняющихся от представлений В.И. Вернадского.

Как в прошлом, так и сейчас эти отклонения связаны главным образом с непониманием различий в понятиях "жизнь" и "живое вещество" (для В.И. Вернадского это понятие было фундаментальным), с поверхностным восприятием геологического аспекта в рассуждениях Вернадского и стремлением как-то упрощенно вписать биосферу в земную кору. Только поэтому для одних биосфера остается лишь живым населением планеты, а для других слоями земной коры, которые подверглись в течение всей геологической истории влиянию активности организмов [19].

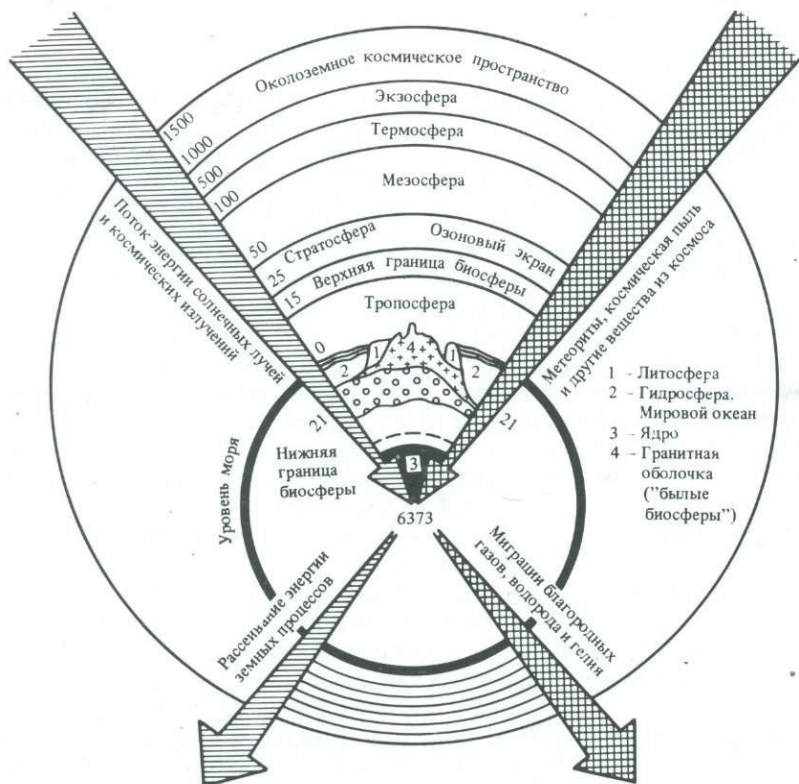


Рис. 1. Структура биосферы Земли и ее окружения (по А.Г. Назарову, 1974)

Н.Б. Вассоевич [4] подверг резкой критике определение биосферы, данное в БСЭ [20]. Широкий резонанс критики и смысл трактовки понятия биосферы — вообще достаточно распространенной — требуют приведения этого определения: "Оболочка Земли, состав, структура и энергетика которой в существенных чертах обусловлены прошлой и современной деятельностью организмов. Биосфера охватывает часть атмосферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы, которые взаимосвязаны сложными биогеохимическими циклами миграции веществ и энергии (по Вернадскому — биогенная миграция атомов)".

"Биосфера включает не только область жизни (биогеосферу ... — т.е. зону сгущения жизни, что по некоторым понятиям и есть биосфера s.str. — Б.С.), но и другие структуры Земли, генетически связанные с живым веществом" [20, с. 1080–1082].

В этом определении есть некоторый максимализм в направлении расширения понятия в сторону "прошлого" и "других структур Земли". В.И. Вернадский, несомненно, был более строг в изложении своих взглядов, хотя завершеного, в энциклопедическом смысле определения биосферы не дал. Его сейчас приходится конструировать, исходя из всего научного творчества В.И. Вернадского, истоков этого творчества и разработки богатейшего фактического и идейного наследия, используемого в современной науке.

Количество наших современников, занимающихся изучением биосферы в самых различных направлениях, неизмеримо возросло по сравнению со временем работы В.И. Вернадского. Неизмеримо возрос круг людей, понимающих гениальность его идей и учения; в этом смысле мы и сейчас продолжаем жить в "эпоху Вернадского". Но было бы крайне опасно свести это учение к догмам и защищать их, пользуясь цитатами, извлеченными из его многочисленных трудов. Главное здесь — его новые фундаментальные положения о живом веществе и его роли в геологическом развитии планеты, как "единственной области планеты, закономерно связанной с космическими просторами" [8]. Важен дух его размышлений. Если занять такую позицию, то взгляд в прошлое, в геологическую и палеонтологическую историю биосферы кажется вполне правомерным. Более того, он просто необходим и совершенно не противоречит представлениям В.И. Вернадского.

Геологический аспект в учении о биосфере, а он одновременно является историческим (геоисторическим) и эволюционным, не всегда занимает должное место или рассматривается как нечто дополнительное, а то и просто выходящее за рамки самого предмета. Недооценивается при этом не только совершенно очевидный факт, что современная биосфера является продуктом развития биосферы прошлых геологических периодов, но и непосредственная геологическая сила биосферы, особенно специфической современной фазы ее развития. Кажется, что многие ученые, изучающие биосферу, до сих пор были недостаточно внимательными к данным палеонтологии, они редко используют ее важнейшую по документальной точности информацию геохронологического и экологического характера или, наоборот, слепо принимают палеонтологию за историю биосферы. И то и другое одинаково недопустимо.

Профессор Я.В. Самойлов, введший понятие о биохимической палеонтологии и палеобиохимии [25, 26, 40, 41], был совершенно прав, когда писал, что "мы находимся на границе биосферы и литосферы", когда наступает "начальный момент формирования горной породы, формирование геологического горизонта, момент, когда материя, составляющая тело, и скелет организма, выпадет из биологического круговорота и переходит в минеральное царство". Резкость границы биосферы как сферы активного функционирования живых систем Земли (так мы сказали бы сейчас) с другими геосферами, включая и стратиферу, всегда отмечал и В.И. Вернадский. Но в этом рубеже нельзя усматривать границу между существующей биосферой и биосферой былого. Биосфера — единая, и, как постоянно подчеркивал В.И. Вернадский [15], "геологически вечная", а "жизнь существовала во все геологические периоды", не прерываясь.

Если бы такую "вечную биосферу", вероятно, одновозрастную с самой Землей (около 4 млрд. лет), потребовалось бы назвать особым образом, то я не вижу лучшего термина, чем "панбиосфера", упомянутого вскользь Н.Б. Вассоевичем [3], хотя он и не придал ему значения. Для "сверхбиосферы" включающей биосферу *s.str.*, т.е. экосферу Ю. Одум [24] и "былые биосферы" В.И. Вернадского, Н.Б. Вассоевич предложил

название «мегабиосфера»). Я не уверен, что эта составная "сверхбиосфера" соответствует предложенному здесь толкованию единой, не прерывавшейся на протяжении миллиардов лет, но развивавшейся и геологически вечной биосферы. В конечном счете представляется более предпочтительным говорить о биосфере и биосферном процессе как целостном явлении, а в палеобиосфере видеть геологически прошлый этап (или этапы, если мы вычленим какой-либо период) развития биосферы.

Понятие "былые биосферы" заслуживает особого внимания. Строго говоря, это и есть прошлое биосферы. Если на изучение современной биосферы как функционирующей системы с полным правом претендуют различные циклы наук о Земле, жизни и обществе, то "былые биосферы" — бесспорный объект геологических наук и палеонтологии. Что же такое "былые биосферы"?

Насколько мне известно, впервые В.И. Вернадский указал на место, занимаемое "былыми биосферами", в своем докладе, прочитанном 18 января 1942 г. Речь идет "О геологических оболочках Земли как планеты" и о широко теперь известной таблице, которой этот доклад иллюстрировался. Замечу, что доклад делался в суровые дни войны, когда, как сказал Владимир Иванович, "...неожиданное нашествие варваров на нашу страну задержало большую работу, организацией которой мы были в это время заняты и которая, я уверен, возродится, как только враг исчезнет из наших пределов" [9].

Слова "былые биосферы" В.И. Вернадский никогда не сопровождал кавычками. Они появились в работах более поздних авторов. Былые биосферы были для В.И. Вернадского такой же реальностью, как и современная биосфера. В этом словосочетании, несомненно, есть некоторая метафоричность и — что существеннее — как бы допущение, что биосфер было много, во всяком случае, несколько или какой-то ряд. Однако последнее предположение полностью опровергают все высказывания В.И. Вернадского, который последовательно развивал идеи непрерывности существования живого вещества на Земле. В одной из самых важных своих книг "Химическое строение биосферы Земли и ее окружения" [11], изданной уже после его смерти, он писал, что "на всем протяжении геологической истории от криптозоы и до современного, биосфера уже существовала и она была широко проникнута живым веществом. Биосфера геологически вечна".

Но очень важным является вопрос об эволюции биосферы. На этот счет были и еще есть весьма разные взгляды: от почти полного ее отрицания (и при этом со ссылками на отдельные высказывания В.И. Вернадского) до масштабов кардинальных перестроек через ряд критических эпох — глобальных кризисов. Понять столь разнящиеся представления можно, только помня, сколь различным является понимание разными исследователями самой биосферы. Можно сказать, что эволюция биосферы наиболее очевидна для тех, кто понимает под биосферой только живой биос Земли. Но если биосфера — это сложная планетная система, включающая все живое вещество, связанное с косной и биокосной субстанциями и функционирующая как целое в соответствии с определенными биогеохимическими принципами, то такая очевидность не столь уж легко вскрывается, поскольку материально-энергетическая устойчивость биосферной

системы была с самого начала определена как "эмпирический факт", как ее космическое свойство. Однако В.И. Вернадский уже полвека тому назад видел противоречие между этим представлением и несомненными резкими изменениями форм жизни, как чисто биологического явления. Позднее [11] он сделал вывод, что "живое вещество есть самая мощная геологическая сила, растущая с ходом времени". Нельзя сомневаться, что речь идет об эволюции биосферы в самом полном и точном смысле.

В упомянутой таблице геологических оболочек Земли, в которую четко вписаны предельные ограничения биосферы (верхний предел у границы озонового экрана, т.е. около 25 км над землей, а нижний — внутри стратисферной части литосферы, около термической отметки в 100°С), мы не находим какого-либо разрыва между биосферой и былыми биосферами, но видим переход от одной ступени к другой: от былых биосфер, связанных только с земной корой, к биосфере, простирающейся до свободной атмосферы. Всю земную кору В.И. Вернадский называл "областью былых биосфер" (в той же книге этой теме посвящена специальная глава).

Таким образом, поскольку биосфера геологически вечна и у нас нет оснований отрицать ее развитие во времени и пространстве, т.е. ее эволюцию, область былых биосфер не может быть исключена из общего учения о биосфере. Однако она специфична, и эту специфичность Н.Б. Вассоевич отделил введением понятия "метабиосфера". В существенной степени это былые биосферы, а лучше сказать — та часть биосферы, сохранившаяся история которой почти полностью запечатлена в стратисфере Земли — объекте, как мне уже приходилось обращать внимание, уникальном во всей Солнечной системе. Я говорю "почти" потому, что определенная часть продуктов активности биосферы геологического прошлого уже многие сотни миллионов лет тому назад стала выводиться за пределы биосферы в ее прямом экологическом смысле (биогенные кислород, азот, углекислота, вода — эти главные компоненты атмосферы и гидросферы, поддерживающие жизнь вообще) и в многократных циклах обращения этих продуктов последние асинхронно входили и продолжают входить в непрерывную формирующуюся структуру стратисферы континентов и Мирового океана.

Былые биосферы, связанные со стратисферой, — источник самой фундаментальной информации об общей эволюции биосферы Земли, информации, которую в первую очередь дают палеонтология, палеоэкология, палеобиогеография, палеоклиматология, палеобиохимия, биогеохимия и ряд других наук, связанных с изучением Земли и ее органической жизни, охватывающей около 4 млрд. лет. Исследователями, изучающими современную биосферу и современный биосферный процесс, эти данные еще мало освоены и практически совсем нет специально поставленных работ, которые были бы направлены на получение информации, важной в прогностическом отношении. Кажется, что мы сейчас вплотную подошли к необходимости как можно глубже и всесторонне заглянуть в прошлое биосферы и использовать хорошо документированные и действительно достоверные данные об этом прошлом — геологически далеком, как докембрий, или геологически близком, как плейстоцен и голоцен, в качестве окна в будущее. Это выражение М.И. Будыко представляется удачным и верным.

Уже достаточно много известно о крупных событиях в геологической

фазе истории биосферы. Правда, мы до сих пор не знаем ничего достоверного о происхождении самой жизни и, вероятно скорее ошиблись бы, если бы стали утверждать, что это специфически земное явление. Живое вещество в его наиболее примитивной прокариотической форме может быть бесконечно древним. Несколько остроумных гипотез и интересные модельные эксперименты биохимиков оставляют пока очень широкий простор для поисков во Вселенной подходящих параметров возникновения живого. И возможно, наиболее удивительным является не сам факт такого возникновения, а факт неуничтожения возникшего. Без этого положения мы не можем себе представить появление жизни на Земле и сам биосферный процесс, пусковым импульсом которого было начало функционирования древнейшей экосистемы примитивнейших прокариот. Но даже эта экосистема была гигантским скачком от чисто химической эволюции. Укрепившись в подходящей среде, первоначально анаэробные прокариоты, несомненно, быстро распространились, и с тех пор экологические ниши не пустовали, хотя и бесконечно менялись.

Главные вехи дальнейшей истории жизни на Земле отмечены великими созидательными процессами и великими кризисами, через которые прошли первые эукариоты, первые многоклеточные растения и животные, первые организмы, мобилизовавшие минеральное вещество для разных типов своего скелета, первые животные с зачатками центральной нервной системы и так до венца процесса цефализации — человека, процесса, начало которого мы видим уже в венде. Никакие экологические кризисы не могли сломить эту главную тенденцию эволюции и не могли уничтожить жизнь вообще. Однако биосфера в целом подверглась крупным перестройкам и сопровождалась очень быстрыми, почти катастрофическими вымираниями. Удары по биосфере Земли рождались внутри ее системы, но могли идти и из космоса. Нам очень важно понять ритм происходивших событий и полнее описать сами биосферные события как важнейшие биотические этапы в истории Земли.

ВЕХИ РАННЕЙ ИСТОРИИ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА

Теория Дарвина *ipso facto* рассматривала классическую панораму эволюционного процесса лишь в пределах отрезка времени фанерозоя (около 600 млн. лет), притом считалось, что истоки эволюции навсегда скрыты от глаз исследователя. Неполнота палеонтологической летописи казалась неизменным свойством науки о следах жизни. Не это ли обстоятельство пробудило известную самоуверенность некоторых биологов, которые восстанавливая нить развития жизни, отдают безоговорочное предпочтение скудным экспериментальным данным, например о сходстве в строении ДНК различных организмов перед реальными фактами палеонтологической истории органического мира? По мнению этих биологов, ограниченность элементарных организменных "конструкций" и в особенности их наследственных структур — обязательное свидетельство происхождения от единственного предка. Но ведь мы далеко еще не все знаем о том, насколько сходство биохимических систем обусловлено родством и насколько — "заданными" условиями, как и о том, как и какими обстоятельствами вообще ограничено возможное разнообразие живого. А пото-

му принцип актуализма (представления, что даже в далеком прошлом ход природных процессов ничем не отличался от современного) — важное, необходимое, но не всемогущее орудие эволюционистов. Конечное слово все-таки за действительными свидетельствами, которые могут добыть лишь палеонтология, палеобиогеохимия и историческая геология.

Думается, умножение таких свидетельств может многое изменить в наших представлениях о том, каким путем шло развитие живой материи на первых этапах. Изменения в этих представлениях уже начались с тех пор, как палеонтология всерьез занялась изучением зона "скрытой жизни", с тех пор, как мы стали реально разбираться в стройном процессе усложнения живых систем, растянутом почти на 4 млрд. лет, на шесть седьмых истории земной коры.

Ход естественного отбора, учение об эволюционном процессе и волнообразно нарастающем разнообразии жизни, направленности и необратимости эволюции дали нам первый и пока самый совершенный инструмент измерения относительного геологического времени, биологического по своей природе. За период своего развития эволюционизм в целом обогатился многими открытиями, новыми концепциями, но суть его не изменилась. Палеонтология принесла науке свидетельства действия эволюционного процесса; ведь это в основном палеонтологические находки рассказали нам о важнейших переменах в разные эпохи развития планеты в растительном и животных царствах, в живом микромире. Вместе с тем представление о постепенности, плавности этого процесса палеонтология отвергла, доказав неравномерность темпов эволюции, показав резкие изменения в ее ходе. Палеонтология, как и биология в целом, показала единство и взаимную зависимость в развитии жизни и среды ее обитания, единство земной биосферы и вскрыла периодичность в ее развитии. Такие события, как скажем, возникновение многоклеточных организмов, скелетных форм, выход жизни на сушу, эпохи вымирания и прочее, так же как и важнейшие изменения среды, знаменуют собой эту периодичность. Природа ее, правда, до сих пор недостаточно выяснена, несмотря на множество гипотез по этому поводу. К ее пониманию трудно приблизиться, на мой взгляд, без осознания космических влияний на нашу планету. Хотя нельзя забывать, что внутренние законы развития Земли и глобальная расчлененность земной коры на крупные динамические элементы находятся в постоянном взаимодействии с этими космическими факторами. Поэтому рубежи между геологическими периодами обозначены далеко не всегда с одинаковой четкостью и нередко представляют собой целые эпохи, асинхронность событий внутри которых постоянно ставит перед нами сложные загадки.

Одной из таких загадок принято считать развитие геологических процессов и органическую эволюцию на рубеже докембрия и кембрия — первого из фанерозойских периодов. До сих пор нет твердого международного стандарта нижней границы кембрийской системы, поскольку в том районе Великобритании, где еще в 1835 г А. Седжвиком была выделена сама эта система, как раз и наблюдается характерный скачок в свойствах и в возрасте пограничных горных пород, который так устойчиво поддерживал идею невосполнимого пробела в эволюции. Древнейшие кембрийские отложения Земли хранят скелетные остатки почти всех известных типов

беспозвоночных животных, а со следующего периода известен уже последний и высший тип животных — позвоночные. Таким образом, мы имеем все основания говорить, что от кембрия до современной эпохи продолжается единый биологический временной отрезок (мегахрон). В свете досконально изученной фанерозойской эволюции даже появление такого феноменального существа, как *Homo sapiens*, не представляется чем-то совершенно неожиданным и непредсказуемым. Но до сих пор воображение естествоиспытателя поражает внезапное и резкое расхождение ветвей привычного филогенетического древа органического мира в начале фанерозоя. Здесь, на границе докембрия и кембрия как бы "из ничего" возникло сразу множество "готовых" форм всех организмов.

Что же мы знаем о предшествующих этому популяционному взрыву 3,5 млрд. лет истории Земли и ее жизни, о дифференциации органического мира на его основные царства, о хронологии этих фундаментальных для развития живой природы событий? Действительно ли все это прошлое — таинственная эпоха скрытой жизни, тянущаяся из протопланетной бездны?

Прежде всего необходимо сказать, что за последнюю четверть века претерпели коренные изменения наши геологические представления о самой физической картине перехода от докембрия к кембрию. Во многих областях Земли была установлена либо полная непрерывность этого перехода, либо амплитуда перерыва сузилась до обычно наблюдаемой в фанерозое.

С ошибками в 100—200 млн. лет, но все-таки мы можем говорить и об интервалах времени, в пределах которых формировались важнейшие стадии жизни. Например, появление прокариотических организмов в бескислородной атмосфере и образование кислородной атмосферы в результате усложняющегося биогенного процесса. Если бы не появились когда-то первые синезеленые водоросли — цианобактерии с аппаратом фотосинтеза, на Земле не было бы жизненно важных запасов кислорода и той картины жизни, что теперь перед нами. Достаточно много мы узнали и об уровнях организации живых систем, в особенности на позднейших стадиях, когда стали формироваться явно эукариотные простейшие организмы, а потом и явно многоклеточные растения и животные. Известен и момент, с которого начинается появление первых скелетных организмов. Известно, как шел процесс мобилизации минерального вещества — строительного материала скелетов — древнейшими беспозвоночными.

Довольно хорошо мы представляем себе и развитие окружающей среды: эпохи древнейших оледенений, историю углекислотной атмосферы, историю кислорода. Кое-что мы знаем об истории Мирового океана, о распространении платформенных морей. Прогреваемые солнцем, переполненные живыми существами, они были особенно важны для развития жизни. И все это было 25—30 лет тому назад неизвестно науке!

Палеонтология дает новый материал и для эволюционной теории. Можно утверждать, что темпы эволюции в докембрии и фанерозое были в существенной степени различны. Вся докембрийская эволюция вырисовывается как процесс более монотонный, чем эволюция фанерозойская.

И тем не менее наиболее фундаментальные события в развитии органического мира произошли именно в докембрии. Это может показаться парадоксальным, но кажется, что путь, который прошел органический

мир от бактерии до нас с вами, более прост, чем путь, который связал сложные предбиологические молекулы с биологической эволюцией, формированием первых самовоспроизводящихся прокариот и тем более наименее простых одноклеточных организмов, уже наделенных ядром и органеллами, управлявшими всем клеточным "хозяйством".

Представляется на основании множества имеющихся в наших руках фактов, что общая картина развития органического мира значительно более сложна и многообразна, чем это считалось ранее. По-видимому, мы имеем дело с многократными попытками создания живых систем природой. Цианеи, археобактерии и грибы — три ствола, доказанной общности происхождения которых мы твердо не знаем; не может ли быть, что они имеют существенно разные корни, углубляющиеся вплоть до "преджизни". Не правдоподобно ли что эволюционное развитие шло не одним-единственным путем? Мы не знаем и как связать в родственные стволы многих беспозвоночных: ниже границы кембрия сейчас "опущены" корешки целого ряда ветвей эволюционного древа, и они не сходятся... Мы лишь постулируем их монофилию.

Интересно затронуть и еще один вопрос: мы нашли начало очень интересной книги, которую ученые читают давно и которая всех волнует, и вот оказывается, что в этой книге вырваны самые интересные страницы: переходы от одной главы к другой. В этом постоянном недостатке связующих звеньев должен быть смысл. В стратиграфии мы с этим сталкиваемся регулярно: в нормально пластующихся толщах остатки органического мира оказываются часто совершенно непохожими. Мы постоянно стоим перед вопросом: что все это значит? Имеем ли мы дело с фазами резкого обновления или перед нами результат миграции живых существ откуда-то из других мест? Нередко это объяснимо: в какой-то толще морских отложений жизнь просматривается как непрерывный процесс, потом происходит перерыв, и новая трансгрессия моря приносит новую жизнь... Но иногда такая смена совершенно загадочна.

Эта проблема упирается, как мне кажется, в значительной степени в вопрос: как же вообще шел процесс видообразования? Был ли это процесс плавным или он носил хотя бы в отдельные эпохи скачкообразный характер? Я думаю, скачки в эволюции все-таки были, без них нам очень трудно понять весь ее ход. Мы наблюдаем, скажем, как в совершенно разных "стволах" животного и растительного мира, но в близких временных интервалах формируются новые таксоны — иногда на уровне вида, иногда рода или даже семейства. И это происходит очень быстро. Значит, действуют какие-то механизмы, общие для планеты. Что это может быть? Вероятно, крупные экологические воздействия, космическая радиация, которая пока мало привлекалась для объяснения эволюционных непонятностей, но которую, несомненно, следует учитывать. Ведь если это так, то легче понять, почему мы часто не видим переходные звенья, а "вдруг" встречаемся с уже обновленной жизнью. Если действуют эти силы сопряженно, то, конечно, процесс мутагенеза идет очень быстро. А наличие подходящих экологических ниш позволяет вновь образованным видам так же быстро распространяться. В геологии мы имеем дело с миллионами и целыми миллиардами лет, и если эволюционная "встряска" охватывает даже сотни тысяч лет, то мы можем этого и не заметить.

Главный биологический итог проведенных работ лучше всего представить поэтапно, тогда станет более ясно, насколько полна картина ранней жизни, рисуемая современной наукой.

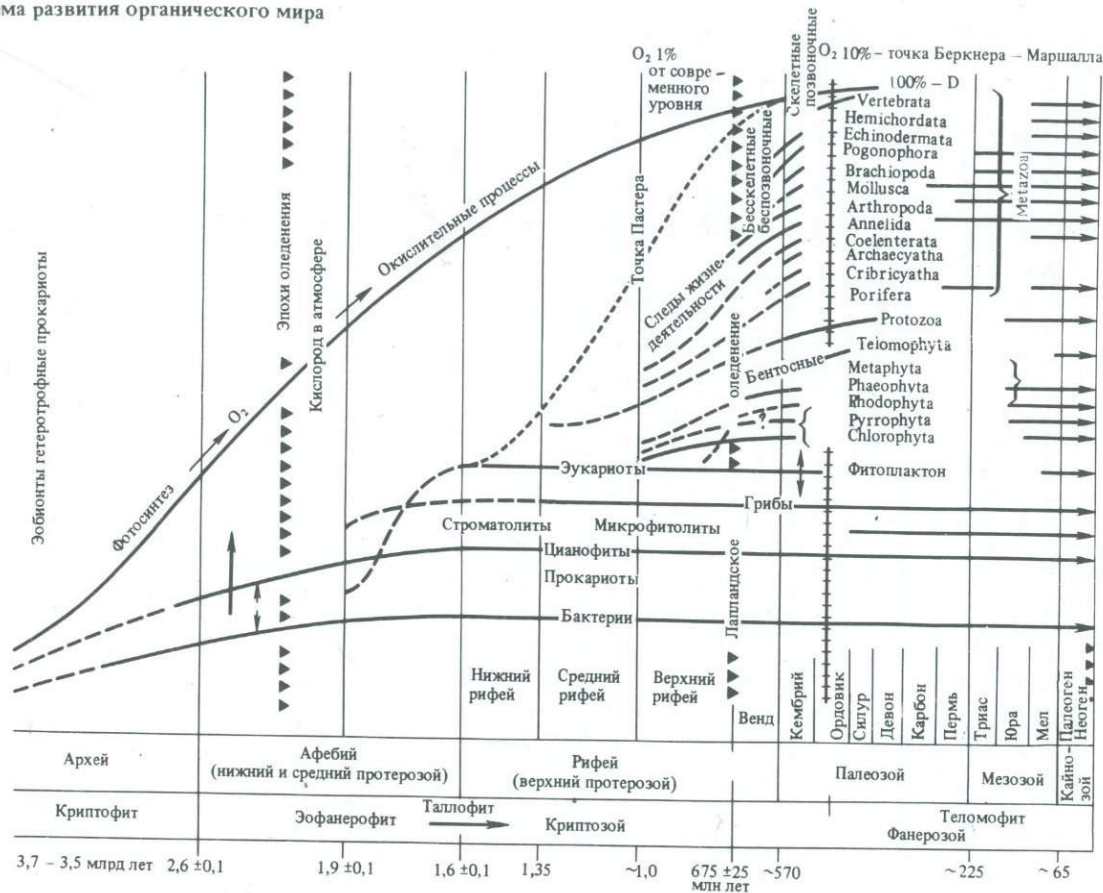
Реалистической базой наших рассуждений в конечном счете могут служить только обнаруженные древнейшие следы активной, развивающейся в земных условиях жизни. А потому уместнее говорить о появлении ее на Земле. О происхождении живой материи мы пока можем судить лишь гипотетически, не исключая и "экзотических" точек зрения вроде идеи о космической родине земной жизни. Многие, конечно, обещают дать модельные эксперименты по абиогенному синтезу.

Если же остаться на почве реальности, то первостепенный интерес — как самые ранние следы живого — вызывают углеродистые соединения в отложениях древнейшего докембрия. Уже неоднократно указывалось, что в Южной Африке в соответствующих породах водно-осадочного происхождения был открыт такой характерный биополимер, как спорополленин, непреходящая составная часть оболочек современных и древних растительных микроорганизмов, а также мельчайшие органические тельца, возможно, хотя и отчасти, бактериального происхождения. Возраст пород, содержащих эти находки, достигает 3,5 млрд. лет, а возможно, и более. Даже в самых древних из известных пока пород на Земле в Гренландии (3,76 млрд. лет) были открыты производные углерода некарбонатной природы. Хотя ко всем этим данным следует относиться с большой осторожностью, в целом как будто нет сомнения, что 4 или 3,5 млрд. лет назад на Земле существовали фотосинтезирующие организмы, усваивающие неорганические вещества (автотрофы). Вероятно, еще ранее могли возникнуть первичные гетеротрофы, питающиеся органическими веществами абиогенного происхождения.

Словом, уже в раннем архее (рис. 2), несомненно, идет одновременное развитие различных организмов, еще не имеющих обособленного, клеточного ядра, но обладающих достаточно развитой системой обмена веществ, способностью к размножению и уже действующим в некоторых ветвях аппаратом фотосинтеза, открывшего впервые в истории планеты биогенный, возможно, специфически земной путь формирования кислорода. Энергетика этих организмов, правда, опиралась на медленные процессы брожения, так как в свободном виде в атмосфере Земли кислорода еще не было, хотя процесс его образования и шел. Он неизбежно должен был мгновенно связываться неорганическими окислительными реакциями. Итак, согласно палеонтологическим данным, не может быть сомнения, что органическая эволюция к началу архея — другими словами, к началу геологической истории земной коры вообще — прошла уже сложнейший путь от "палеонтологических молекул" к самовоспроизводящимся системам, завершила, возможно, самую фундаментальную часть "программы" отбора строительного биологического материала — аминокислот и азотистых оснований ДНК (а их очень ограниченное число) — и привела к возникновению наипростейших организмов, способных к дальнейшей самостоятельной эволюции. Это важнейший факт, ибо, таким образом, дата появления жизни на Земле все более приближается к дате рождения самой планеты.

При этом такие различные группы, как ?архебактерии и синезеле-

Рис. 2. Схема развития органического мира



ные водоросли, мы должны считать эволюционирующими совершенно независимо, и у нас нет надежды когда-либо палеонтологически доказать их единое происхождение. Иначе говоря, добравшись едва ли не до истоков жизни, мы обнаруживаем и на заре ее эволюции не классический единственный филогенетический "ствол", а сразу два (позднее к ним прибавится и третий, столь же независимый, — грибы), и нет шансов доказать, что они вообще сливались когда-либо. Единство этих групп, вероятнее всего, заключено только в универсальности их биохимической субстанции, а направления эволюции, возможно, были заложены уже на стадии предбиологических систем.

Разнообразие организмов увеличивается с началом следующего докембрийского этапа — протерозоя, нижнюю границу которого большинство геологов относят примерно к 2,5 млрд. лет назад ($2,6 \pm 0,1$ млрд. лет).

Уже первый из протерозойских мегахронов (карелий или афебий) примечателен во многих отношениях. Огромного масштаба достигла деятельность ферробактерий (результаты этой деятельности — железорудные серии Кривого Рога на Украине, в Канаде, Австралии, Южной Африке и др.) и синезеленых (благодаря им образовались карбонатные толщи, сложные строматолитами и микрофитолитами). Знаменитый золотоураноносный бассейн Витватерсранда (Южная Африка), судя по следам их деятельности, по-видимому, был переполнен микроорганизмами (бактериями и одноклеточными водорослями, способными создавать колониального типа агрегаты клеток).

Однако свободный кислород проник из гидросферы в атмосферу впервые не ранее 2,3 млрд. лет назад. Сейчас трудно сказать, сколь непримерима модель кислородного цикла, предусматривающая биологическое происхождение кислорода с моделью, по которой кислород возник без помощи живой природы (есть и такая точка зрения), но, отвергнув модель с участием жизни, мы определенно не сможем объяснить твердо установленную цепь событий в органической эволюции. Началу прониновения кислорода в атмосферу предшествовала эпоха наиболее древних в докембрии гуронских оледенений. Последовавшее обогащение атмосферы кислородом подготовило новые процессы в развитии жизни.

С рубежом около $1,9 \pm 0,1$ млрд. лет в южной части Онтарио связаны одни из наиболее ярких палеонтологических находок последнего времени (Ганфлинтская биота). Помимо строматолитов, стали здесь известны десятки "родов" фитопланктонных организмов шарообразной, звездчатой и нитчатой форм со следами перегородок (клеток?) и колониальными "поселениями" их. По систематическому составу жизнь того периода представлена обильными синезелеными водорослями, бактериями, особенно ферробактериями, и, видимо, первыми грибами. Среди водорослей увеличивается масса хлорофилловых организмов, продуцировавших в атмосферу все большее количество свободного кислорода.

Следующий мегахрон — рифей — представляет для эволюционистов исключительный интерес. Ни одно из подразделений докембрия не характеризуется столь грандиозным распространением разнообразных породообразующих строматолитов и микрофитолитов.

Но значительно более важен этот период тем, что с ним, несомненно, связано возникновение эукариот (т.е. организмов со сложными внутри-

клеточными структурами, включая ядро, окруженное мембраной). Мы пока не можем точно датировать этот фундаментальный скачок в эволюционном процессе. Но во всяком случае в доломитах Калифорнии возраст около 1,35 млрд. лет. уже определялись зеленые одноклеточные простейшие и слоевищные эукариотные водоросли. Вероятно, одна из богатейших флор тех времен (около миллиарда лет назад) процветала в Сибири. Там прекрасно сохранились в числе прочих микроорганизмов чайного цвета одноклеточные водоросли с резко обособленным внутренним телом, сходным с ядром (хотя это надо доказать), и различными стадиями простого клеточного деления, многочисленные цепочечные агрегаты таких клеток и массовые скопления нитчатых водорослей. Здесь же открыты (данные Б.В. Тимофеева) древнейшие оболочечные формы грибов, также содержащие четкое темное внутреннее тело.

Широкую известность приобрела открытая и изученная профессором Дж. Шопфом позднерифейская микрофлора в Центральной Австралии. Здесь впервые на столь древнем этапе в истории жизни достаточно правдоподобно удалось рассмотреть деление клеток с явлениями, как считает Шопф, митоза и даже мейоза, т.е. деление с образованиями гамет — половых клеток. Возникновение полового процесса, несомненно, сыграло роль эволюционного скачка.

Надо сказать, что на Сибирской платформе в отложениях верхнего рифея (бассейн Енисея и Алдана) находят сейчас обильные и не менее яркие материалы, демонстрирующие чрезвычайно четко и последовательно цикл простого деления, почти не отличающегося от того, который наблюдается у современного фитопланктона. Вспомним, что еще несколько лет назад казалось, что эти тонкие клеточные процессы никогда не будут обнаружены на палеонтологическом материале. Сейчас мы приближаемся к цитологическому уровню его изучения.

Надо подчеркнуть, что на протяжении рассмотренных 2,5 млрд. лет удалось пока документировать палеонтологическими данными медленный прогресс основных стволов лишь растительных царств и лишь одноклеточных организмов — различных бактерий, грибов, зеленых и, может быть, красных водорослей. Происхождение многоклеточных растений и животных по-прежнему остается жгучей проблемой, с которой связан ряд остроумных гипотез, но которая пока далека от разрешения. Из упомянутых выше ископаемых, во всяком случае, мы не можем с уверенностью назвать ни одной группы безъядерных организмов, которую можно было бы считать родоначальницей многоклеточных животных. Следовательно, гипотезу о прямом происхождении многоклеточных животных от представителей "начального" царства жизни — царства прокариотов — есть основания считать сомнительной. Но, с другой стороны, отсутствие в палеонтологических находках заведомо одноклеточных животных докембрия не дает возможности подтвердить гипотезу и о происхождении многоклеточных от них. Проблема упростилась бы, если бы удалось обнаружить древнейших жгутиконосцев в докембрии: именно эти простейшие животные (эукариоты) имеют тенденцию образовывать элементарные слияния нескольких клеток еще без "разделения труда" между ними, т.е. представляют собой что-то переходное к многоклеточному организму. Но ископаемых жгутиконосцев в интересующие нас времена пока не

найдено. Правда, похожие существа как будто обнаружены на Русской платформе, но первоначальные сведения об этом еще не подтверждены.

С растительным царством дело обстоит иначе, так как колониальные образования фитопланктона наблюдались, как уже упоминалось, зато здесь еще более запутывается проблема последовательности и связи в таких событиях, как возникновение "ядерных" — одноклеточных растений и превращение их колоний (а такие есть!) в многоклеточное существо. Но бесспорно, что в середине рифея уже существовали водоросли со свободным слоевищем, хотя мы ничего не знаем об их клеточной структуре.

Поэтому (независимо от того, какую из гипотез мы примем и будем ли считать, что обе крупнейшие группы многоклеточных, животные и растения, возникли независимо и одновременно, или животное — это растение, изменившее способ питания и образ жизни) три обстоятельства, важных для окончательного решения этой проблемы, можно считать сейчас уже хорошо обоснованными фактами: относительно крупные органические формы появились не ранее 1,35 млрд. лет назад (граница раннего и среднего рифея); в более или менее близкое время возникли организмы, живущие на грунте и в грунте водоемов (мегаскопические водные растения, следы илоедов); содержание свободного кислорода в атмосфере рифея достигло, несомненно, достаточно высокого уровня, так как только переход к кислородному дыханию мог стать важнейшим энергетическим импульсом в развитии всех жизнеобеспечивающих систем многоклеточных организмов. Этот скачок, как известно, получил название "эффекта Пастера" — перехода от брожения к окислению и означает достижение концентрации атмосферного кислорода примерно до 0,01 современного уровня. Ранее относили этот момент к началу кембрия. Полученные к настоящему времени палеонтологические данные заставляют резко понизить критическую границу, возможно, до верхнего рифея (1 млрд. лет).

Что же нам теперь достоверно известно о многоклеточных организмах эпохи, непосредственно предшествующей кембрийскому "популяционному взрыву" водных, скелетообразующих животных, за которым последовало завоевание органическим миром Земли всей суши?

Палеоботаники до самого последнего времени довольствовались едва ли не единственной находкой, к тому же загадочного происхождения, каковую можно было бы считать достоверным древнейшим растением, стоящим на пути к флоре фанерозоя. Теперь они уверенно определяют остатки многоклеточных водных и, может быть, придонных в основном лентовидных растений. На Русской и Сибирской платформах найдены многоклеточные растения такой сохранности, что удалось рассмотреть четкое клеточное строение образующих их нитей и даже спорангии с мелкими спорами внутри. Вероятнее всего, это представители древнейших бурых водорослей (вендотении). Интересна и другая растительная группа этой "переходной" эпохи — макрофитопланктон. Воды тогдашних морей были переполнены гигантскими сферическими планктонными организмами. Новейшим открытием в венде являются (данные М.Б. Гниловской) древнейшие актиномицеты.

В вендском периоде, наконец, нашлась работа и для палеозоологов. Как говорилось, в предшествующее последнему миллиарду лет

время можно лишь допустить возникновение одноклеточного предшественника первых животных. Допустимые свидетельства развития многоклеточных животных известны палеонтологии лишь в начале позднего рифея. Однако эти свидетельства, по-видимому, еще более редки, чем остатки многоклеточных водорослей. Представлены они только следами жизнедеятельности придонных организмов. Никаких морфологических отпечатков тех организмов, которым эти следы принадлежали, еще не найдено; представляется, что это были какие-то мягкотелые; но пока соответствующие данные весьма спорны. То, что эти организмы не оставили отпечатков своих покровов, может объясняться крайней слабостью уплотнения их защитных органических же образований. Ведь первые животные возникли в воде, где надежный покров и не был нужен, а придя на мягкое морское дно, они, по крайней мере на первых порах, не нуждались в нем.

Повсеместные следы пребывания на Земле представителей животного мира начали появляться со следующего и последнего докембрийского периода, с венда — в этом его характерная черта как биохронологического этапа развития Земли. Правда, многоклеточные эти еще бесскелетны и не так многочисленны, как одноклеточные более раннего протерозоя.

Последнедевонская экологическая обстановка (последнее докембрийское оледенение было около 650—680 млн. лет назад) и широкое распространение вендского моря на древние континенты, вероятно, более, всего способствовали не только повсеместному расселению ранее появившихся водных и донных (бентос) беспозвоночных, но и выработке у них более плотных покровов, уже необходимых в среде достаточно подвижного шельфового мелководья. В этом — главная причина того, что здесь сравнительно часто встречаются отпечатки и другие следы деятельности животных, притом такого качества и сохранности, которые впервые позволили восстановить достаточно полно морфологический облик хозяев, оставивших следы. Оказалось, что отпечатки и следы разнообразны, представляют несколько очень своеобразных групп и принадлежат организмам достаточно крупных размеров — до 10—100 см. В редких случаях в позднем венде начинают появляться даже организмы с хитиновыми покровами и с защитными минерализованными структурами.

Поразителен в этом периоде совершенно иной темп эволюции, до сих пор, как мы видели, шедшей весьма монотонно (черта, вообще отличающая докембрий). Здесь, в венде, быстрое образование новых линий морфологической эволюции привело еще до начала кембрия фактически к формированию ряда новых типов беспозвоночных с десятком их классов. Но животный мир венда — это результат скачка от планктонных микроорганизмов к планктонным, а затем и к бентосным многоклеточным, произошедшего все же ранее. И хотя представление о доледниковых позднерифейских многоклеточных животных опирается в большинстве случаев лишь на вероятную интерпретацию редких следов жизнедеятельности гипотетических животных, приходится подчеркнуть, что редкость находок отнюдь не обязательно свидетельствует, во-первых, об однообразии жизненных форм, а во-вторых, может быть объяснена незначительностью размеров древнейших многоклеточных и трудностью сохранения в ископаемом состоянии желеобразных тел, например кишечнополостных

или губок. Решающую же роль в новом стремительном ритме эволюции, несомненно, сыграло появление и завоевание жизнью совершенно новых экологических ниш, дна шельфовых морей, заселенного растительностью, а также возникновение новых пищевых связей и систем питания. С самого начала кембрия, которым обычно начинают классический фанерозой, идет параллельное развитие как бы вновь и вдруг появившихся всех типов скелетных беспозвоночных. Несомненно они имеют докембрийскую предысторию, и в биологическом смысле фанерозойский этап как мегахрон новой, современной жизни начинается много ранее, чем предполагалось, но скелетная фауна кембрия имеет свои особые корни.

Уже ранее обращалось внимание на то, что и эффект "популяционного взрыва" скелетных беспозвоночных с началом кембрийского периода имеет скорее всего экологическое и биохимическое объяснение. Продолжавшийся процесс оксигенации атмосферы (образования кислорода) и заметное увеличение количества свободного кислорода в заселенной растительностью придонной зоне, как и вообще изменившиеся физические условия жизни в послеледниковых венд-кембрийских бассейнах, могли легко достигнуть той критической точки, при которой покровные протеиновые оболочки беспозвоночных оказались способными к минерализации в совершенно независимых филогенетических ветвях. Отбор наряду с другими факторами вполне естественно закрепил это физиологическое явление, так как организмы, защищенные твердыми покровными образованиями, обладали повышенной выживаемостью в условиях необычайно быстро заселяющегося шельфа. Но исходным для фауны кембрия был вендский микробопланктон.

Итак, главный итог работ, проведенных палеонтологами-докембристами, — выявление совершенно достоверных, хорошо сохранившихся и разнообразных остатков дофанерозойской жизни, открытие древнейших параллелизмов в эволюции, установление переломных эпох в усложнении уровней организации древнейших живых систем, хотя бы частичное объяснение этого процесса, наконец, вполне естественное обращение к изучению самых древних пород осадочной оболочки Земли с надеждой обнаружить если не сами предтечи живых организмов, то их молекулярные следы. Результаты, как мы видели, оказались выдающимися.

Как кажется, одно из "недостающих звеньев" в эволюционной картине жизни практически перестало быть таковым. И сама эволюция, ее ход, представляются теперь по-другому.

Однако время зари живой природы на Земле хранит еще много загадок, среди них такую фундаментальную, как загадка возникновения самой жизни. Палеонтология докембрия и такое новое направление науки, как "молекулярная палеонтология" — ее биохимическая ветвь, становятся все более активными в комплексе наук, устремленных к решению этой проблемы.

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ КОНЦЕПЦИИ

В геологии и палеонтологии мы неслучайно уделяем особое внимание былым биосферам, биосферному процессу в геологическом прошлом, живому веществу прошлого, прошлым формам и системам организации жизни, различным биогенным образованиям в литосфере, и прежде всего в

стратисфере. Все это явления и результаты функционирования палеобиосферы, ее эволюции как системы и эволюция самой жизни как части этой системы. Нет нужды говорить геологам и палеонтологам, как много они уже создали наук и научных направлений, занятых изучением этих минувших процессов. Но нет ли и здесь необходимости в каких-то интегральных концепциях, вытекающих из общего учения о биосфере?

В данной статье нет возможности углубляться в эту очень важную проблему, но на двух научных направлениях необходимо остановиться: это — геобиология и биогеология. Оба направления формируются уже давно, но лишь с 60-х годов термины "геобиология" и "биогеология" стали все чаще появляться в печати.

Понятие геобиологии, вероятно, шире всего распространено в немецкой литературе; оно порождено особым вниманием к биосфере геологического прошлого. Профессор Б.П. Высоккий [17, 18] — один из лучших исследователей творчества И. Вальтера, по-видимому, правильно считает автором термина "геобиология" этого выдающегося геолога и палеонтолога Германии, работы которого стали переводиться на русский язык с начала века. В 1930 г. Вальтер был избран почетным членом Академии наук СССР.

Почти все крупные работы этого исследователя (конца прошлого столетия, 20-е — 30-е годы) проникнуты духом геологической биологии, ярким стремлением оттенить не только самоочевидное биологическое значение палеонтологии, но и ее огромную роль в геологии, в оценке влияния жизни на различные геологические (включая чисто геохимические) процессы и вместе с тем стремление показать роль среды прошлого в развитии органического мира. Он писал, что понимание среды обитания, образа жизни древних животных имеет для палеонтологов и геологов даже большее значение, чем для зоологов. Как считают Н.Б. Вассоевич и А.Н. Иванов, среди русских ученых термином "геобиология" в его биосферном смысле, важным для понимания почвообразовательного процесса, пользовался В.В. Докучаев. Этим термином и даже термином "биогеология" пользовались и другие русские ученые конца прошлого века. Правильно отмечается, что в появлении терминов геобиология и биогеология сказывается потребность в учении, охватывающем взаимодействие Земли, жизни и космоса [5]. Этим учением, как мы знаем, и явилось общее учение о биосфере В.И. Вернадского, но в рассматриваемых терминах подчеркнута специфика чисто геологического аспекта этого учения.

В 1940 г. французские ученые П.Тейяр де Шарден и П. Леруа¹ основали в Пекине первый Институт геобиологии и первое регулярное (правда, недолго просуществовавшее) издание под названием "Geobiologia". В программной статье Тейяр де Шарден, хорошо знакомый по Сорбонне (1922—1926 гг.) с лекциями В.И. Вернадского о биосфере писал, что биосфера "больше не считается простой метафорой, а является физической реальностью, столь же объективной и существенной для Земли, как и другие "сферы", и что "Земля является не только пространственной опорой, но и "чревом" живого слоя, который ее покрывает". Отметив достигнутую индивидуализацию физики и химии Земли (геофизика и геохимия), он пи-

¹ Не следует путать с E. Le Roy, автором термина "ноосфера" [39].

сал далее, что "в области жизни вырисовывается такое же движение, приводящее к такому же результату", имеющему "тенденцию поставить биосферу в ряд наиболее широких научных реалий, которые только известны", а в здании самой науки "открыть пространство для дисциплины, специально посвященной исследованию биосферы". Так, еще раз "для завершения триады появилась геобиология" [43].

Определенная как "наука о биосфере" геобиология была поставлена Тейяр де Шарденом над палеонтологией, экологией и биогеографией — науками, изучающими земное пространство или прошлое Земли в качестве связующей научной дисциплины. Он видел в ней два аспекта: "изучение органических связей любого распознаваемого порядка между живыми существами, рассматриваемыми в совокупности, как единой, замкнутой в себе системы", и "изучение физико-химических связей, имеющих отношение к рождению и развитию этой живой замкнутой оболочки в истории планеты".

Как видим, геобиология Тейяр де Шардена еще в большей степени, чем геобиология Вальтера, оказалась наукой о биосфере, частично совпадающей с биогеохимией. Однако в дальнейшем, в тех случаях когда этим названием пользовались, понятие геобиология не выходило за рамки "былых биосфер", изучения различных биологических феноменов и результатов биологической активности в геологическом прошлом. В настоящее время наиболее кратко геобиологию можно было бы определить как науку о метабиосфере. Скорее всего, такому направлению отвечает профиль деятельности ныне существующей Геобиологической лаборатории CSIRO в Канберре.

Понятие "биогеология" также приобретает заметное распространение. Пожалуй, до 60-х годов оно не встречалось в литературе. Клауд [35—37], известный своими многочисленными исследованиями по палеонтологии, геологии, минеральным и энергетическим ресурсам и особенно по биогеохимическим аспектам развития докембрийских экосистем и докембрийской атмосферы, уже в 1965 г. ставший профессором биогеологии Калифорнийского университета, в Санта-Барбара создал Биогеологическую лабораторию.

В биогеологических исследованиях американских специалистов основное место занимает, выражаясь языком В.И. Вернадского, изучение древней биосферы, древнего живого вещества, древних экологических систем с точки зрения их "геологической функции". Биогеологией называет это направление исследований и А.В. Сидоренко [37], также привлечший широкое внимание к изучению роли живого вещества в развитии земной коры начиная с глубокого докембрия.

Таким образом, представляется, что сейчас ясно вырисовываются два интегрирующих направления — геобиологическое и биогеологическое — в изучении древней биосферы, результатов ее функционирования. Они теснейшим образом связывают палеонтологию, геологию и геохимию.

Эти новые научные дисциплины имеют право на развитие. Однако в рамках только что сказанного об учении о биосфере они — лишь обращенные в прошлое части познания будущего. "Логий" будет еще много, а проблема одна. Она животрепещуща для всего человечества, и если нет никакой нужды конструировать некую "биосферологию", то изучать биосферу необходимо как в прошлом, так и в настоящем и будущем.

Несмотря на междисциплинарность проблем биосферы, на то, что ее изучение подобно сбору меда в пчелином улье, где каждая пчела несет свой цветочный взятки в общее дело, а может быть, именно поэтому, учение о биосфере должно иметь в организационной структуре науки свою "матку" — биосферный научный центр, не аналитический, а проблемно-синтетический. В нем от прошлого биосферы — зари живой природы — мы приходили бы к дням современной жизни и пониманию будущего.

ABSTRACT

The article presents the history and modern state of the biosphere notion. On the basis of an analysis of spacio-temporal limits and structure of contemporary and former biospheres of the Earth, the notion of panbiosphere as a unique Earth shell evolving from the Precambrian till the present time is introduced. The stages of the organic world evolution from the early Precambrian form of life are examined in detail. Ideas on new scientific trends of geobiology and biogeology as integrated concepts of V.I. Vernadsky's studies on biosphere development are presented.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будыко М.И. Глобальная экология. М.: Мысль, 1977. 327 с.
2. Вальтер И. История земли и жизни. СПб., 1911. 447 с.; СПб., 1912. 537 с.
3. Вассоевич Н.Б. Различное толкование понятия биосферы. — В кн.: Исследования органического вещества в современных и ископаемых осадках. М.: Наука, 1976, с. 381—399.
4. Вассоевич Н.Б. Учение о биосфере (1802—1876—1926). — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1977, № 1, с. 5—13.
5. Вассоевич Н.Б., Иванов А.Н. К истории учения о биосфере. — В кн.: Методология и история геологических наук. М.: Наука, 1977, с. 57—94.
- 5а. Вассоевич Н.Б., Иванов А.Н. О биосфере и мегабиосфере. — Журн. общ. биол., 1983, т. 44, № 3, с. 291—304.
6. Вернадский В.И. Биосфера. Л.: Научно-техн. изд-во, 1926. 146 с.
7. Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии: I. Значение биогеохимии для изучения биосферы. Л.: Изд-во АН СССР, 1934. 47 с.
8. Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии. О коренном материально-энергетическом отличии живых и косных естественных тел биосферы. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1939. 34 с.
9. Вернадский В.И. О геологических оболочках Земли как планеты. — Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз., 1942, № 6, с. 251—262.
10. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере. — Успехи биол. наук, 1944, т. 18, вып. 2, с. 113—120.
11. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965. 374 с.
12. Вернадский В.И. Размышления натуралиста. — Природа, 1973, № 6, с. 30—41.
13. Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Пространство и время в неживой природе. М.: Наука, 1975. 175 с.
14. Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Научная мысль как планетарное явление. М.: Наука, 1977. 191 с.
15. Вернадский В.И. Живое вещество. М.: Наука, 1978. 358 с.
16. Вернадский В.И. Мысли и замечания о Гете как натуралисте. — В кн.: В.И. Вернадский. Избр. тр. по истории науки. — М.: Наука, 1981, с. 242—289.
17. Высоцкий Б.П. Иоганнес Вальтер и его роль в развитии геологии. М.: Наука, 1965. 176 с.

18. *Высоцкий Б.П.* Проблемы истории и методологии геологических наук. М.: Недра, 1977. 280 с.
19. *Гиляров М.С.* Предисловие к кн.: Биосфера. М.: Мир, 1972. 183 с.
20. *Ковда В.А., Тюрюканов А.Н.* Биосфера. — В кн.: БСЭ. 3-е изд., 1970, т. 3, с. 1080—1082.
21. *Лапо А.В.* Следы былых биосфер. М.: Знание, 1979. 175 с.
22. *Личков Б.Л.* Воззрения В.И. Вернадского на биосферу и ноосферу. — В кн.: Материалы к научной сессии, посвященной 100-летию со дня рождения академика В.И. Вернадского. Л., 1963, с. 6—18.
23. *Назаров А.Г.* Биосфера — оболочка нашей планеты. — Земля и Вселенная, 1974, № 4, с. 57—62.
24. *Одум Ю.* Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.
25. *Самойлов Я.В.* Биолиты как орудие постижения жизни прежних геологических эпох. — Природа, 1921, № 1/3, с. 25—44; То же. — В кн.: Биолиты. Л.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1929, с. 61—76.
26. *Самойлов Я.В.* Палеофизиология (палеобиохимия) и ее геологическое значение. — В кн.: Биолиты. Л.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1929, с. 77—92.
27. *Сидоренко А.В., Сидоренко Св.А.* Органическое вещество в докембрийских осадочно-метаморфических породах и некоторые геологические проблемы. — Сов. геология, 1974, № 5, с. 3—20.
28. *Соколов Б.С.* Органический мир Земли на пути к фанерозойской дифференциации. — Вестн. АН СССР, 1976, № 1, с. 126—143. То же: — В кн.: 250 лет Академии наук СССР. М.: Наука, 1977, с. 423—444.
29. *Соколов Б.С.* Палеонтология, геология и эволюция биосферы. — В кн.: Проблемы эволюции геологических процессов. — Новосибирск: Наука, 1981, с. 156—167.
30. *Соколов Б.С.* Жизнь и геология. — Человек и природа, 1982, № 11, с. 7—47.
31. *Сочава В.Б.* Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 319 с.
32. *Сукачев В.Н.* Основы теории биогеоценологии. — В кн.: Юбилейный сборник, посвященный 30-летию Великой Октябрьской социалистической революции. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1947, ч. 2, с. 283—304.
33. *Хильми Г.Ф.* Основы физики биосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 300 с.
34. *Флоренский К.П.* Предисловие. — В кн.: В.И. Вернадский. Живое вещество. М.: Наука, 1978, с. 1—10.
35. *Adventures in Earth History/Ed. P. Cloud.* San Francisco, 1970. 992 p.
36. *Cloud P.* Evolution of ecosystems. — Amer. Sci., 1974, vol. 62, p. 54—66.
37. *Cloud P.* Beginnings of biospheric evolution and their biogeochemical consequences. — Paleobiology, 1976, vol. 2, N 4, p. 351—387.
38. *Lamarck J.B.* Hydrogeologie. Paris, 1802. 268 p.
39. *Le Roy E.* L'exigence idéaliste at le fait dévolution. P., 1927. 196 p.
40. *Samoilov J.V.* Paleophysiology: the organic origin of some minerals occurring in sedimentary rocks. — Miner. Mag., 1917, vol. 18, N 84, p. 87.
41. *Samoilov J.V.* Paläophysiologie (Paläobiochimie) und ihre geologische Bedeutung. — Zschr. dt. geol. Ges., 1922, Bd. 74, S. 227.
42. *Suess E.* Die Entstehung der Alpen. Wien, 1875. 168 S.
43. *Teilhard de Chardin P.* Geobiologie et "Geobiologia". — Geobiologia, Peking, 1943, vol. 1, p. 1—5.
44. *Walther J.* Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. T. 1—3. Jena, 1893—1894. 1055 S.
45. *Walther J.* Allgemeine Paleontologie. T. 1—3. B., 1919.
46. *Walther J.* Mediterranis. Geobiologische Untersuchungen über Gestaltung und Besiedlung des mediterranen Lebensraumes. — Petermanns geogr. Mitt., 1936, N 6.

А.В. Лапо, А.А. Смыслов

В.И. ВЕРНАДСКИЙ — ОСНОВОПОЛОЖНИК БИОГЕОХИМИИ

Годы, отделяющие нас от столетнего юбилея В.И. Вернадского, ознаменовались непрерывным ростом интереса к его творческому наследию. Появились многочисленные публикации, в которых рассматривается вклад В.И. Вернадского в развитие минералогии, кристаллографии, геохимии, радиогеологии, гидрогеологии, метеоритики, истории науки и многих других дисциплин. На этом фоне недостаточно освещенной до настоящего времени остается основополагающая роль В.И. Вернадского в создании новой научной дисциплины — биогеохимии, которая рассмотрена лишь в нескольких работах [10—12, 15].

Биогеохимия изучает процессы миграции химических элементов и их изотопов, которые определяются деятельностью живого вещества. А.Е. Ферсман в 1946 г. подсчитал, что среди изданных трудов В.И. Вернадского на долю биогеохимии приходится 17% [19]. При этом основные труды В.И. Вернадского, где освещаются проблемы биогеохимии, еще не были опубликованы. Они создавались начиная с середины 20-х годов, однако становление биогеохимических идей у В.И. Вернадского произошло значительно раньше.

Сам В.И. Вернадский рассказывает об этом так: "Я столкнулся с биогеохимическими проблемами в 1891 г., когда стал читать курс минералогии в Московском университете... При чтении в университете минералогии я стал на путь, в то время необычный, в значительной мере в связи с моей работой и общением в студенческие и ближайшие годы (1883—1897) с крупным, замечательным русским ученым В.В. Докучаевым. Он впервые обратил мое внимание на динамическую сторону минералогии, изучение минералов во времени... Отсюда в Московском университете создалось свое своеобразное течение минералогии, приведшее к созданию геохимии как науки, изучающей историю атомов в земной коре в отличие от минералогии, изучающей историю в ней молекул и кристаллов, и к биогеохимии — к науке, изучающей жизнь в аспекте атомов" [4, с. 6].

Таким образом, одно из направлений творческого развития В.И. Вернадского шло от минералогии через геохимию к биогеохимии. Создавая в Московском университете курс генетической минералогии, В.И. Вернадский приходит к мысли о бесплодности развития этой науки без учета деятельности живых организмов. Начиная с 1908 г. в лексиконе В.И. Вернадского (впервые в письмах) появляются термины "живое вещество" и "живая материя".

"Моя мысль занята новой областью, которую охватываю, — о количестве живой материи и о соотношении между живым и мертвым, — пишет он сыну 27 июня 1908 г. — С некоторой жутью и недоумением, я все-таки вхожу в эту новую для меня область, так как, кажется, вижу такие стороны вопроса, которые до сих пор никем не были увидены" [цит. по: 4, с. 172].

В 1911 г. после ухода из Московского университета Вернадский переходит на работу в Академию Наук и переезжает в Петербург, где он сосре-

доточивается на проблемах геохимии. При этом его интерес к геологической деятельности живых организмов продолжает возрастать. Летом 1916 г. на Украине В.И. Вернадский начинает работать над обширной рукописью о роли живого вещества в земной коре. 9 декабря 1918 г. на одном из первых заседаний Физико-математического отделения только что созданной Украинской Академии наук В.И. Вернадский подает записку о необходимости научной работы по проблеме "Значение живого вещества в геохимии" [1]. Начались экспериментальные исследования, которые проводились главным образом на Старосельской биологической станции на Днестре.

В 1920 г. В.И. Вернадский переезжает в Крым и продолжает работу по исследованию живого вещества на Салгирской плодовой станции. В Таврическом (Симферопольском) университете он организует лабораторию по проблеме "Роль живых организмов в минералогенезисе".

В 1921 г. В.И. Вернадский возвращается в Петроград, где продолжает развитие биогеохимических идей. К экспериментальной работе в области биогеохимии был привлечен профессор В.С. Садиков, который вместе со своими учениками начал разрабатывать специальную методику изучения химического состава живого вещества. Однако пребывание в Петрограде на этот раз было кратковременным, и уже в следующем году В.И. Вернадский по командировке Российской Академии наук едет в Париж для чтения в Сорбонне курса лекций по геохимии. Важная роль в этом курсе отводится биогеохимическим идеям.

Как установил И.И. Мочалов [14], термин "биогеохимия" В.И. Вернадский начал употреблять с 1923 г. Впервые он был использован в записке по поводу организации биогеохимической лаборатории, отправленной В.И. Вернадским из Парижа и оглашенной на заседании Отделения физико-математических наук Академии наук 14 ноября 1923 г. Эта записка была опубликована на английском языке в том же году [21]. В ней Вернадский кратко резюмирует свои биогеохимические идеи, ставит вопрос о создании специального учреждения, занимающегося проблемами биогеохимии — лаборатории или института, и формулирует стоящие перед ним задачи. Детальная разработка программы биогеохимических исследований и первое употребление самого этого термина, как мы думаем, дает право считать 1923 г. датой рождения биогеохимии, хотя мечта В.И. Вернадского о создании биогеохимической лаборатории осуществилась только через несколько лет.

В 1926 г. после возвращения В.И. Вернадского в Ленинград при Комиссии по изучению естественных производительных сил (КЕПС), во главе которой стоял В.И. Вернадский, создается Отдел живого вещества. Средств у отдела было недостаточно, штаты невелики, и большая часть экспериментальных работ производилась силами других организаций. В.И. Вернадский, однако, не оставляет идею создания самостоятельной организации, занимающейся биогеохимическими проблемами. Наконец, это ему удается — 1 октября 1928 г. Отдел живого вещества КЕПС был выделен в самостоятельную Биогеохимическую лабораторию (БИОГЕЛ), которая в "Плане работ АН СССР на II пятилетие" определяется как "единственная в мире лаборатория при АН, призванная путем систематической работы всесторонне осветить вопрос о химическом составе организмов

не только с точки зрения общей геохимии, но и в связи с интересами палеонтолога, агрохимика и биолога" [1, с. 62]. Директором БИОГЕЛ был назван В.И. Вернадский.

В 1934 г. БИОГЕЛ вместе с большинством академических учреждений переводится в Москву. В 1938 г. Президиум АН СССР вынес решение о строительстве для БИОГЕЛ специального здания.

В 1943 г. по ходатайству В.И. Вернадского тематика работ, которой занималась БИОГЕЛ, была значительно расширена, и она была преобразована в Лабораторию геохимических проблем. Впоследствии из нее вырос Институт геохимии и аналитической химии АН СССР, который ныне носит имя своего основоположника — академика В.И. Вернадского.

В первые годы большинство сотрудников БИОГЕЛ занималось исследованием среднего химического состава организмов разных видов. Следующим этапом биогеохимических исследований В.И. Вернадский считал изучение среднего химического состава биоценозов (по данным ранее полученного химического состава отдельных видов и соотношения видов в биоценозе).

Постепенно, однако, работа по полному химическому анализу отдельных биологических видов отступает на задний план. С 1931 г. БИОГЕЛ переходит к изучению содержания в организмах отдельных элементов — главным образом, радиоактивных и редких; в связи с этим с 1932 г. начинается разработка спектральных методов анализа живого вещества, а также почв. Определяется также изотопный состав отдельных химических элементов живого вещества.

Большое значение в работе БИОГЕЛ имело решение практических задач. В частности, в 1935 г. медицинские работники обратились к В.И. Вернадскому с просьбой оказать помощь в установлении правильного диагноза, профилактики и методов лечения так называемой "уровской эндемии". Так начался цикл работ БИОГЕЛ по исследованию физиологической роли некоторых элементов в связи с эндемичными заболеваниями, который дал блестящие результаты. Уже в 1936 г. на заседании Московского терапевтического общества был заслушан совместный доклад В.И. Вернадского и А.П. Виноградова "Геохимические провинции и заболевания". Основные положения этого доклада получили свое дальнейшее развитие в трудах А.П. Виноградова, посвященных биогеохимическим провинциям; они плодотворно развивались В.В. Ковальским и его сотрудниками.

Одно из главных достижений БИОГЕЛ за предвоенные годы — разработка ранее не существовавшей методики биогеохимических исследований; работникам БИОГЕЛ здесь принадлежит роль первооткрывателей.

До начала работ БИОГЕЛ считалось, что в состав живого вещества входит ограниченное количество химических элементов. Их называли биогенными. В результате исследований БИОГЕЛ было установлено, что в сложении живого вещества участвуют многие химические элементы, но в резко различных количествах. Как писал В.И. Вернадский, "они все нужны для жизни, и все попадают в состав организма не случайно. Нет особых, жизни свойственных элементов. Есть господствующие" [3, с. 22].

Важным итогом работ лаборатории явилось также создание сводной работы "Химический элементарный состав организмов моря" (1935—

1944 г.), опубликованной А.П. Виноградовым в трудах БИОГЕЛ по результатам работ лаборатории. Но может быть, главный итог работ БИОГЕЛ — формирование новых направлений исследований, которые интенсивно развиваются в настоящее время. В их числе: проблема микроэлементов в живых организмах, геохимия эндемичных заболеваний, биогеохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых, геохимия редких и рассеянных элементов в биогенных породах (в первую очередь в ископаемых углях) и др.

В.И. Вернадский как-то написал, что "биогеохимия дополняет работу биолога, внося в исследование явлений жизни такие ее проявления, которых мало или совсем не касались биологи" [6]. Попробуем с позиций сегодняшнего дня вкратце охарактеризовать основные положения биогеохимии, сформулированные В.И. Вернадским.

Кардинальным в биогеохимии, по В.И. Вернадскому, является понятие живого вещества. Вернадский дает следующее его определение: "Живое вещество биосферы есть совокупность ее живых организмов" [7]. Говоря словами Б.Л. Личкова [13, с. 285], В.И. Вернадский "внес меру и число в систематическое изучение капризного явления жизни путем замены ее живым веществом, указав этим путь к открытию в данной области взамен неясных качественных зависимостей целевой серии точных количественных наблюдений". И характерно, что В.И. Вернадский, необычайно скромный в самооценках, считал введение числа и меры в биологию одним из крупнейших своих достижений. Только сейчас, через десятки лет, стал широко проводиться количественный учет биомассы и биологической продуктивности различных экосистем. Такие исследования проводились по Международной биологической программе, а сейчас проходят в рамках программы "Человек и биосфера". Они стали достоянием экологии, причем сейчас мало кто вспоминает, что инициатором количественного учета живого вещества биосферы был В.И. Вернадский.

Живое вещество В.И. Вернадский считал самой мощной геологической силой биосферы. При этом одной из важнейших функций живого вещества в биосфере, по Вернадскому, является поглощение солнечной энергии зелеными растениями. "Можно сказать, что главным, может быть, единственным трансформатором солнечной энергии в химическую является в биосфере живое вещество, и оно же разносит ее по всей нашей планете", — писал он [4, с. 88].

Солнечная энергия, усвоенная живым веществом и законсервированная в биогенном веществе, по Вернадскому, является основным энергетическим источником экзогенных геохимических и геологических процессов. В настоящее время эту точку зрения на новом фактическом материале развивают В.И. Лебедева, Н.В. Белов и другие ученые. Накопление энергии в земной коре за счет деятельности живого вещества приводит к уникальной особенности Земли как планеты. Если для изученных геологами космических объектов (Луна, Марс, Меркурий) зафиксирована слабая тектоническая деятельность, то для Земли, наоборот, отмечается возрастание тектогенеза в ходе геологической истории [9].

Как показал В.И. Вернадский, миграция атомов в биосфере осуществляется главным образом благодаря деятельности живого вещества — процессов питания и дыхания живых организмов.

Живое вещество, однако, осуществляет биогенную миграцию и дифференциацию не только на уровне химических элементов, но и на уровне изотопов. Это предположение В.И. Вернадский [4, с. 84–87] выдвинул еще в 1926 г. Впоследствии оно подтвердилось не для всех элементов. В частности, исследования БИОГЕЛ показали тождественность изотопного состава калия: из живого вещества и из abiогенных пород. Однако для кислорода, серы, азота и водорода изменение изотопного состава живым веществом было подтверждено, причем организмы, как правило, поглощают преимущественно легкие изотопы. С помощью отношений S^{32}/S^{34} и O^{16}/O^{18} сейчас удастся объяснить целый ряд биогеохимических процессов. На изотопном анализе основан палеотермометрический метод определения температур древних морей.

В третьем выпуске "Проблем биогеохимии", который В.И. Вернадский считал итогом своих 60-летних размышлений, он сформулировал 20 важнейших "эмпирических обобщений". Некоторые из них касаются биогеохимии.

Так, шестое эмпирическое обобщение гласит: "Никогда в течение всего геологического времени не наблюдались азойные, т.е. лишенные жизни геологические эпохи... Это верно для времени больше двух миллиардов лет" [7, с. 122]. Этот тезис В.И. Вернадского сейчас можно распространить еще по крайней мере на 1,5 млрд. лет в глубь геологической истории [18]. Более того, у геологов остается все меньше шансов обнаружить действительно азойные отложения нашей планеты.

Следствием из этого обобщения, сформулированного В.И. Вернадским, является генетическая связь современного живого вещества с живым веществом прошедших геологических эпох. В этом, по Вернадскому, одно из коренных отличий живого вещества от неживого (или, как он предпочитал говорить, косного).

Итогом деятельности живого вещества в биосфере является его участие в формировании трех планетарных оболочек Земли — атмосферы, гидросферы и литосферы.

"Газовые массы планеты Земли теснейшим образом связаны с жизнью, с живым веществом, они биогенны в подавляющей своей части", — писал Вернадский [7, с. 137]. Вывод В.И. Вернадского о биогенном происхождении кислорода, углекислого газа (и отчасти водорода) подтверждается данными современной науки. Показано, в частности, что в современную геологическую эпоху 3/4 биогенного кислорода, поступающего в атмосферу, составляет растительность континентов и 1/4 — фитопланктон Мирового океана [20]. Более сомнительным является биогенное происхождение всего азота, поскольку он известен в составе атмосферы и других планет Солнечной системы, на которых жизнь отсутствует. Не приходится, однако, сомневаться, что по крайней мере часть атмосферного азота имеет биогенное происхождение.

Не менее велико, по В.И. Вернадскому, влияние живого вещества и на химический состав гидросферы. "Живые вещества, — писал Вернадский [2, с. 13], — определяют своей жизнью химию моря, в частности состав морской воды, характер природных вод — пресных, озерных, части минеральных источников". По Вернадскому, это регулирование осуществляется как наземным живым веществом, определяющим химический состав

речных вод, впадающих в океан, так и живым веществом моря, производящим осаждение поступающих в океан химических элементов.

Наконец, по Вернадскому, "область былых биосфер" представляет собой оболочку из литифицированных и метаморфизованных осадков, образовавшихся в биосфере при активном воздействии живого вещества. При этом, по представлениям В.И. Вернадского, порождением биосферы является не только осадочная оболочка Земли — стратисфера, но и гранитная оболочка. В.И. Вернадский [5, с. 86] писал: "Гранитная (гранодиоритная) оболочка является генетически связанной с биосферой последним устойчивым изменением ее вещества".

Эта точка зрения долго не встречала понимания у геологов, и только в последнее десятилетие она начинает получать подтверждение фактическим материалом. При этом основным доказательством метаосадочного происхождения гранитов является изотопный состав входящего в их состав углерода, свидетельствующий о его биогенной природе. Недавно были получены неожиданные доказательства этого положения и на новых объектах — космических. Так, на Луне не обнаружено гранитов. Не значит ли это, что для формирования гранитов необходимо участие живого вещества, которого на Луне не было до тех пор, пока на нее не ступила нога космонавта?

Таким образом, при определяющем влиянии живого вещества биосфера Земли формирует другие планетарные оболочки: снаружи — атмосферу, внутрь — стратисферу. В этом состоит уникальная особенность нашей планеты — единственного из известных нам небесных тел, на котором существует особый вид материи — живое вещество. И первым, кто осознал "планетогенный аспект" [17] деятельности живого вещества, был наш великий соотечественник, академик Владимир Иванович Вернадский. По словам А.П. Виноградова [8, с. 196], "он глубже многих ученых сумел понять единство мира живых организмов и косной природы, объединив это в своем учении о биогеохимических процессах на Земле. Так возникла новая, созданная им наука — биогеохимия".

А B S T R A C T

The article depicts the development of V.I. Vernadsky's biochemical ideas as well as his practical activity in creating the scientific departments and programmes of biochemical researches. The special attention is focused on the Biogeochemical laboratory established in 1928 and its achievements in the clearing the role of the animate matter in the geological history of the atmosphere, hydrosphere and lithosphere.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Вернадский В.И.* Про значіння живої матерії в геохімії. — Протоколи засідан Фізично-математичного відділу Української Академії наук у Києві (1918 рік), 1919, вип. 1, с. 39–40, 43–45.
2. *Вернадский В.И.* Очередная задача в изучении естественных производительных сил. — Науч. работник, 1926, № 7/8, с. 3–21.
3. *Вернадский В.И.* О некоторых проблемах биогеохимии. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1938, т. 18, № 1, с. 19–34.
4. *Вернадский В.И.* Биогеохимические очерки (1922–1932 гг.). М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. 250 с.

5. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965. 376 с.
6. Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Научная мысль как планетное явление. М.: Наука, 1977. Кн. 2, 192 с.
7. Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии. М.: Наука, 1980. 320 с. (Тр. Биогеохим. лаб.; Т. 16).
8. Виноградов А.П. 100 лет со дня рождения В.И. Вернадского. — Геохимия, 1963, № 3, с. 195—198.
9. Кадацкий В.Б. К проблеме глобальных перестроек в биосфере. — В кн.: Палеонтология и эволюция биосферы. Л.: Наука, 1983, с. 65—69.
10. Ковалевский В.В., Летунова С.В. Пятьдесят лет Биогеохимической лаборатории. — В кн.: Биогеохимическое районирование. М.: Наука, 1979, с. 3—11. (Тр. Биогеохим. лабор.; Т. 17).
11. Коробова Е.М. Из истории организации В.И. Вернадским геохимического изучения живого вещества. — В кн.: Тр. XX науч. конф. аспирантов и молодых специалистов: Секция истории геолого-географ. наук (1977). М.: Наука; ВИНТИ, 1978, с. 57—67.
12. Лапо А.В. Следы былых биосфер. М.: Знание, 1979. 176 с.
13. Личков Б.Л. В.И. Вернадский как биолог: Памяти В.И. Вернадского. — Журн. общ. биологии, 1945, т. 6, № 5, с. 285—304.
14. Мочалов И.И. Владимир Иванович Вернадский. М.: Наука, 1982. 488 с.
15. Перельман А.И. В.И. Вернадский — основоположник биогеохимии. — В кн.: В.И. Вернадский. Биосфера (Избранные труды по биогеохимии). М.: Мысль, 1967, с. 3—23.
16. Перельман А.И. Геохимия. М.: Высш. шк., 1979. 424 с.
17. Сидоренко А.В., Теняков В.А. О планетогенном аспекте познания экзогенных, биогенных и метаморфогенных процессов. — Докл. АН СССР, 1978, т. 241, № 6, с. 1409—1412.
18. Соколов Б.С. Стратисфера Земли и история жизни. — В кн.: Методологические и философские проблемы геологии. Новосибирск: Наука, 1979, с. 44—54.
19. Ферсман А.Е. Владимир Иванович Вернадский. — Бюл. МОИП. Отд. геол., 1946, т. 21, № 1, с. 53—62.
20. Яншин А.Л. Методологическое значение учения В.И. Вернадского о биосфере и преобразовании ее в ноосферу. — В кн.: Методология науки и научный прогресс. Новосибирск: Наука, 1981, с. 194—204.
21. Vernadsky V.I. A plea for the establishment of a biogeochemical laboratory. — The Marine Biol. Stat. of Port Erin Annual Report, 1923, v. 37, p. 38—43.

УДК 574

Г.П. Аксенов

ПРОСТРАНСТВО—ВРЕМЯ ЖИВОГО В БИОСФЕРЕ

Пространство и время — две основные формы движущейся материи — в трудах В.И. Вернадского являлись стратегической целью, некоторой "сверхзадачей" всей его натурфилософии. Глубина проникновения в строение окружающей действительности и широкий исторический охват рассмотрения каждого ее аспекта не могли не привести естествоиспытателя к отысканию фундаментальных свойств реальности, которые наиболее полно выражаются в понятиях пространства и времени.

В возрасте двадцати трех лет Вернадский записывает в дневнике: "Что такое пространство и время? Вот те вопросы, которые столько веков волнуют человеческую мысль в лице самых сильных ее представителей..."

Бесспорно, что и время и пространство отдельно не встречаются, они нераздельны. Мы не знаем ни одного явления, которое бы не занимало части пространства и части времени. Только для логического удобства представляем мы отдельно пространство и отдельно время, только так, как наш ум вообще привык поступать при разрешении какого-нибудь вопроса. В действительности ни пространства, ни времени в отдельности мы не знаем нигде, кроме нашего воображения. Что же это за части неразделимые — чего, очевидно того, что только и существует — это материи, которую мы разбиваем на две основные координаты: пространство и время [2, с. 48—49].

В дальнейшем Вернадский на протяжении всего своего научного пути неизменно и последовательно пытался ответить на свой юношеский вопрос. При чтении "Биосферы", "Живого вещества", "Биогеохимических очерков" и других трудов мыслителя не может не сложиться впечатление, что его пылкий ум, как в точке сильнейшего магнитного притяжения, неизменно устремлялся к исследованию пространства и времени и в них пытался выразить свое представление о единстве мира. Одним из первых среди ученых—естествоиспытателей он вознамерился отразить эти две основополагающие категории в мере и числе, по возможности оставив в стороне все гипотетические и приближительные рассуждения о них. Тем самым был сделан шаг, все значение которого для развития научных представлений об окружающей реальности еще недостаточно осознан и недостаточно освоен современной наукой.

Более чем к кому-либо к Вернадскому можно отнести его собственные слова: "Мы переживаем сейчас в науке чрезвычайно важную эпоху ее развития. Впервые объектом ее исследования является время, долгие века находившееся вне ее кругозора" [3, с. 80].

Как только натуралист спрашивает себя, каким образом проявляются пространство и время в отдельно взятых уровнях организации движущейся материи, ему нельзя обойтись без ответа на вопрос: изменяются ли их специфические черты в этих конкретных формах или остаются стабильными. Как известно, здесь возможны два ответа, каждый из которых связан с определенной исторической традицией. Первая из них берет свое начало от Ньютона, в теории которого пространство и время абсолютны и независимы от движения материальных образований. Пространство суть лишь бесконечноеместилище тел, а время — некие единые мировые часы, на фоне хода которых существуют и происходят события всех масштабов. С такой точки зрения биосфера и жизнь, несмотря на то, что представляют собой вполне определившийся уровень организации материи, теряют всякую качественность, их специфика в расчет не принимается и они как исчезающая малость растворяются в абсолютной всеобщности.

Согласно второй традиции, истоки которой лежат в натурфилософии Лейбница, пространство и время — неотъемлемые атрибуты материи. Не имеет смысла утверждать о существовании пространства без самих тел природы и о времени до образования тел. Пространство есть порядок расположения материальных образований, а время — порядок их следования. "Мгновения в отрыве от вещей ничто, и они имеют свое существование только в последовательном порядке самих вещей", — писал Лейбниц [11, с. 442].

Именно в русле этой второй системы взглядов лежат исследования природы пространства и времени Вернадским. В его трудах получает свою специфическую пространственно-временную определенность биологический уровень движения материи. Он считает, что время начинается свой отсчет именно с момента создания биосферы. "Мы говорим об историческом, геологическом, космическом и т.п. временах. Удобно отличать биологическое время, в пределах которого проявляются жизненные явления.

Это биологическое время отвечает полутора—двум миллиардам лет, на протяжении которых нам известно на Земле существование биологических процессов начиная с археозоя" [4, с. 274].

Ныне, как известно, срок существования биосферы почти совпал с возрастом самой планеты как космического тела (порядка 4,5 млрд. лет). Тем самым подтверждается предвидение Вернадского о геологической вечности биосферы. И соответственно вскрылся более глубокий пласт его мыслей о биологическом времени: исходя из общеметодологической установки об атрибутивности пространства и времени, можно сказать, что до возникновения биосферы нет отсчета времени, ибо главной, определяющей длительностью в биосфере следует считать время биологическое. Отсюда следует логический вывод, противоположный ньютоновской традиции: не жизнь существует на фоне пространства и времени необъятной Вселенной, а Вселенная — на фоне времени жизни. Иными словами, то привычное, ставшее незамечаемым воздухом науки и обыденного знания, само собой разумеющееся представление, по которому жизнь появилась в определенный момент уже шедшего времени, это представление подвергается у Вернадского глубокому переосмыслению. Время, привычное нам, т.е. необратимо однонаправленное, связанное с прогрессивной эволюцией и текущее в нас самих, как существах, частью принадлежащих к биосфере, и есть реальное и истинное, длительность же большинства безжизненных процессов во избежание путаницы нельзя возводить в ранг времени.

В биосферных процессах, как ни в каких других природных явлениях, подвластных наблюдению и точному исследованию, наиболее полно и отчетливо проявляются основные качественные признаки времени: необратимость и однонаправленная последовательность. Биосфера никогда не возвращается в прежнее состояние. Двигателем ее необратимости служит ее биологическая составляющая, непрерывно и последовательно эволюционирующая от прошлого к будущему. Причиной ее движения служит способность живого вещества трансформировать солнечную энергию. Некоторая ее часть, падающая на поверхность земли, уже не возвращается в мировое пространство, а переходит в другие формы энергии, накапливаясь в биосфере.

Этот глобальный процесс, не прерываясь ни на миг, идет миллиарды лет. Он служит материально-энергетическим субстратом течения необратимого биологического времени. Вместе с тем он "ответствен" за особый характер пространства, о котором говорит Вернадский. Резкому, без всяких переходов отличию живых тел от косных натуралист посвящает многие страницы своих трудов. Среди этих отличий он придает первостепенное значение фундаментальному и необъясненному факту диссимметрии пространства, занятого живым веществом. Это "такое состояние пространства,

в котором правизна и левизна, сводимые к правым и левым спиральным структурам атомов, химически идентичны в косных телах и различны в живых" [3, с. 65].

Впервые открыл и описал явление диссимметрии Пастер. Он сделал попытку дать ему объяснение. Математически же выразил факт диссимметрии в органических и органогенных объектах П. Кюри: "Явление, связанное с какой-нибудь формой диссимметрии, должно иметь причину, обладающую той же формой диссимметрии" [3, с. 65].

Для данного изложения нет необходимости углубляться в подробное описание явления, которому придавалось в биогеохимии столь важное значение. Достаточно отметить, что пространство живого вещества биосферы по своим геометрическим и связанным с этим химическим характеристикам глубоко отличается от косных, безжизненных тел биосферы. Та огромная степень неоднородности вещества биосферы, которая очевидна и имеет множество причин, в основе своей зиждется, по-видимому, на этом явлении.

Точно так же и резкое отличие биологического времени от всех других его форм основано на отличительных, ярких, но не поддающихся пока удовлетворительному объяснению чертах, связанных с чисто биологическим уровнем организации материи, а именно с необратимостью и однонаправленной прогрессивностью. Обе эти качественные характеристики биологического времени и свойственный только живому особенный характер биопространства позволили сделать Вернадскому эмпирическое обобщение о специфичности биологического пространства—времени.

Следует сразу сказать, что в его трактовке последний термин не имеет ничего общего с таким же, употребляемым в физике. В нем лишь подчеркивается нераздельность этих общих форм биологического движения при сохранении их качественной определенности и несводимости их друг к другу. Из этой трактовки следует, что единство и связность пространства—времени тем не менее не допускают возможности выразить одно через другое, тогда как в физической абстракции время служит четвертым измерением пространства. И потому даже в теории относительности, как будто противоположной классической механике, время остается аморфным и неопределенным, поскольку в обеих движение понимается как механическое перемещение объекта из одной точки пространства в другую.

Сила эмпирического обобщения Вернадского о биологическом пространстве—времени заключается в выявлении специфики биологической организации материи, которая несводима не только к механическому перемещению, но и к физико-химическим проявлениям, хотя и включает их в себя, как существенную часть. Эта специфика не имеет ничего общего и с признанием особой жизненной силы, как на том настаивал философский витализм.

В учении о биосфере ключевым понятием служит понятие организованности биосферы, в которой живое вещество выступает как функция проявления биогеохимической энергии организмов. Именно она позволяет организовывать абиотические составляющие биосферы через посредство информационных процессов, которые и составляют, по-видимому, сущность функционирования живого вещества. Вернадский не пользуется термином

"информация" в кибернетическом смысле, поскольку сама кибернетика оформилась позже. В других, неформальных терминах он трактует деятельность живого вещества как именно информационно-управленческую, хотя и бессознательную. Когда еще не существовало ни сегодняшних достижений генетики (за исключением догадки Н.К. Кольцова о материальном носителе наследственности), ни теории Винера, естествоиспытатель считал ответственной за проявление биогеохимической энергии живого вещества его наследственную информацию [6].

Отыскивая в живом организме структуры, связанные с жизнью, Вернадский приходит к выводу, что ничтожные по весу части клетки приводят в движение подавляющие массы косных веществ. Точно так же и в биосфере, которая в целом представляет собой биокосное тело, живое вещество, по весу и объему несравнимое с косным, управляет материально-энергетическими процессами поверхностной оболочки планеты, формируя при этом собственное, независимое от других времен, время—пространство жизни.

Придя к идее инвариантности пространства и времени жизни, Вернадский рассмотрел не только качественные их стороны, но и количественные. Он исследовал возможные подходы к определению собственной метрики времени, связанной с жизненными процессами. В философии, обыденном знании считается, что течение времени неопределимо само по себе, неуловимо. Можно лишь найти такой процесс, который поможет маркировать течение времени. Выбор процесса, как показывает историческая практика, довольно произволен. Единственное требование, которое предъявляется к нему, — ритмичность.

За меру времени принимались циклические процессы движения Луны вокруг Земли или видимое движение Солнца вокруг Земли и на них были основаны так называемые меры времени естественные. Когда же достигнутая точность познания этого движения перестала удовлетворять науку, за единицу времени приняли колебания атомов цезия в кристаллической решетке. Однако ни один из этих процессов, разумеется, не отождествлялся в науке с самим временем. Движение Земли вокруг своей оси и вокруг Солнца не может служить времяобразующим фактором.

В постулируемом Вернадским понятии биологического времени прослеживается возможность отыскать фактор, диктующий его течение и формирование времени, поскольку ясно, что время биосферы подвластно внутренним закономерностям биологического движения. В таком случае метрика времени должна быть вполне объективной, не привносимой со стороны.

Вернадский связывает ее с делением самих организмов, с их размножением, как наиболее ярком проявлении биогеохимической энергии [5]. Ритм этого, как говорил ученый, деления—дления, задается скоростью прохождения отдельных неделимых жизни и всей биосферы. Разумеется, что наиболее наглядно выявляется фактор времяобразования в делении микроорганизмов, которые обладают стабильной скоростью размножения. Вернадский указывает на интервалы времени, границы которых заключают в себе конкретные отрезки времени смены поколений. Их изучение может дать со временем все более точную картину течения биовремени.

Исследования показали, что на этом пути ученых подстерегают

значительные трудности. Во-первых, неясны критерии, по которым мы можем выбрать базисный организм как эталонный, поскольку ритм их "деления-дления" разнообразен. Во-вторых, само деление микроорганизмов — сложносоставной процесс, могущий быть расчлененным на последовательные, одновременные, перекрывающие по длительности этапы, выбрать из которых независимый затруднительно. И в-третьих, на скорость метаболизма в объеме организма накладываются внешние воздействия, что затрудняет определение естественной длительности. Вернадским указана только принципиальная возможность построения метрики биовремени: ее следует искать не вне организма, а внутри его, как проявления его имманентных свойств.

В связи с высказанными соображениями попытаемся рассмотреть одну из конкретных длительностей биологического движения, которая может удовлетворять названным условиям, т.е. прежде всего неизменностью в ответ на изменение внутренних и внешних параметров. По всей видимости, искомый процесс должен находиться среди самых элементарных актов взаимодействия живого вещества со средой, на той границе, где происходит усвоение вещества и энергии в той форме, в какой они присутствуют в биосфере и поступают из космического пространства.

Акт усвоения энергии солнечного луча в процессе фотосинтеза — один из самых интригующих в биофизике. Его механизм не разгадан до конца. Сильнейший толчок в изучении фотосинтетического аппарата автотрофных зеленых организмов был дан гипотезой академика А.Н. Теренина в 1943 г. [10, 12]. Он обосновал и впоследствии экспериментально доказал, что только одно из состояний возбужденной молекулы хлорофилла, так называемое триплетное состояние, приводит к поглощению энергии света. Это решающее достижение стимулировало многочисленные исследования первичного акта фотосинтеза, в результате которых получили объяснение многие существенные черты взаимодействия вещества и энергии в присутствии живого.

Стало известно, что миграция энергии в пределах живого начинается с единообразного, неразложимого в реальности акта возбуждения квантом света одной молекулы хлорофилла, причем "каждой измененной (физически или химически) под действием света молекуле соответствует один фотон" (закон эквивалентности Эйнштейна), [1, с. 40]. При облучении светом молекулы хлорофилла в ней возбуждаются один из электронов, который в зависимости от спина может перейти или в триплетное состояние, в котором он находится 10^{-3} сек, или в синглетное, характеризующееся временем возбуждения 10^{-9} сек [7]. Как уже упоминалось, только первое из них приводит к поглощению энергии фотосинтетическим аппаратом при наличии донора водорода, которым является вода. Эта реакция является энергопоглощающей при фотосинтезе. Все последующие химические превращения происходят каскадно, принудительно, за счет стремления электрона, "двигающегося" по пути переноса энергии, спуститься с повышенного энергетического уровня. Второе состояние, синглетное, не приводит к поглощению энергии, она излучается в виде кванта флуоресценции обратно. С ее помощью может осуществляться только местный "перегрев" фотосинтетического аппарата [9, с. 58].

Таким образом, в процессе элементарного, первичного акта фотосинте-

за живое, действуя как катализатор, производит пространственно-временное разделение вещества (атома водорода) и энергии (фотона света) на два потока. Строго определенная часть падающей на растение солнечной энергии поглощается, другая часть или поток — излучается. Разделение происходит при помощи двойственности электрона: способности его пребывать в одном из двух спиновых состояний. При возбуждении квантом света эти состояния во времени отличаются друг от друга на три порядка. Более длительный из них, который можно назвать первичным и единообразным, генерирует все остальные энергетические процессы жизнедеятельности организма, является, по сути дела, мельчайшей частицей пространства—времени жизни, точнее сказать, служит материально-энергетическим субстратом пространства—времени жизни. Этот элементарный акт происходит не "во времени", а генерирует время, является времяобразующим фактором в биосфере.

Эта мельчайшая частица обладает цельностью и фиксированной величиной. По всей вероятности, в живом веществе нет устойчивого химического объекта меньше по своим пространственным характеристикам, чем 10^{-8} см (атом водорода) и по своей длительности как целостное, т. е. сохраняющееся равным самому себе состояние короче, чем 10^{-3} сек. Такими неразделенными в природе пространственно-временными актами генерируется и поддерживается в геологической вечности необратимость времени, выступая на поверхности наблюдаемых и изучаемых явлений как необратимость накопления энергии и увеличения в связи с этим разнообразия (биологической информации) биосферы.

Следует сказать, что тот же акт фиксации энергии с помощью атома водорода (точнее сказать, протона) происходит не только у фотосинтетиков, но и у хемосинтетических организмов. Хотя они изучены значительно слабее, в общих чертах выяснено, что хемотрофы высвобождают такой же квант энергии за счет изменения валентности органических и неорганических соединений питательного субстрата [8]. Этот акт у них происходит или непосредственно на минералах и других природных соединениях (для микроорганизмов) или внутри клеток (для животных) в энергетических центрах клетки.

Каждый целостный акт жизнедеятельности клетки можно представить состоящим в конце концов из единиц пространства—времени как формы проявления биологического движения. Его можно разложить в опыте только на такие единообразно проходящие константы. Указания на это рассыпаны во многих биофизических исследованиях энергетической стороны внутриклеточных и межмембранных процессов, синтеза белков и репликации ДНК. Таким образом, если в дальнейшем подтвердится неизменность и точность названной единицы пространства—времени, ее можно считать не маркирующим внешнее время фактором, как многие другие ритмически повторяющиеся биологические процессы, а фактором времяобразующим, формирующим его течение в биосфере. В сущности, это и есть биологические часы, где пружиной или двигательной силой служит солнечная или иная содержащаяся в биосферных телах энергия; анкером, дающим равномерный шаг механизма, служит триплетный возбужденный электрон, а сам корпус часов — биологическая организация. Действуя как катализатор, организм разделяет поток энергии надвое и

тем самым упорядочивает его. Известно, что конечный продукт фотосинтеза — высокоэнергетическая молекула АТФ, в которой энергия закольцована в химическую связь и в дальнейшем используется в любых энергетических реакциях.

В стационарных условиях биосферы, пока они соблюдаются, изменения физических и химических характеристик колеблются в пределах нормы. Эти колебания не распространяются на пространственно-временную целостность первичного акта. В одной, отдельно взятой молекуле хлорофилла этот акт представляет собой стабильную скорость биологического движения, точно фиксированную по величине. Многочисленными опытами доказано, что увеличение интенсивности освещения не повышает скорость фотосинтеза. Возникает устойчивое плато или участок насыщения на диаграмме [1, с. 106].

Не зависит скорость и цельность единообразного акта усвоения вещества и энергии и от внутреннего строения живого организма, т. е. от типа биологической организации. Известно, например, что существуют различные виды хлорофилла. Измерения числа излученных квантов к числу поглощенных, проведенные Б.Я. Даиным и И.И. Дилунгом [12, с. 53], т. е., иными словами, измерение отношения числа реакционных синглетных электронов в разных видах хлорофилла к числу триплетных (в различных растворах), дали следующие цифры: для хлорофилла "а" флуоресценция составила около 30%, для хлорофилла "в" — около 10%. Значит, безызлучательное поглощение энергии в хлорофиллах соответственно равно около 70 и около 90%.

Можно предположить, что в хлорофилле "в" больше триплетных электронов, а в процессе эволюции кпд фотосинтеза повышался за счет увеличения их числа путем избирательного включения их в структуру хлоропласта, сам же первичный акт не может быть изменен, оставаясь константным на всем протяжении истории биосферы.

Косвенным доказательством тому служит изменение соотношения право- и левовращающего органогенного и органического вещества в процессе эволюции биосферы, переход от право- к левовращающему веществу. Однако здесь мы вступаем в область догадок. Требуются многочисленные дальнейшие исследования этого феномена, чтобы вскрыть его подлинный механизм и биологический смысл. Пока лишь можно в самой общей форме сделать предположение о причине резкого, без переходов различия живого и косного вещества биосферы, о котором так много говорилось у Вернадского. В косном веществе электроны с правым и левым спином распределяются равномерно, в органическом же веществе накапливаются избирательно электроны одного типа.

Таким образом, эмпирическое обобщение о неизменности первичного акта усвоения солнечной или иной энергии живым веществом в нормальных условиях биосферы дает возможность представить ее как биологическую константу, которая продуцирует единицу биологического пространства—времени. Она имеет внутренне присущую живому метрику, не привносимую со стороны и заключает в себе, несмотря на малую величину, все количественные и качественные признаки времени. Имеется в виду точная фиксированность со стороны количественной, однонаправленность и необратимость со стороны качественной.

Этим путем живое вещество членит пространство на первоначально равные отрезки и придает ему резко отличающийся геометрически характер пространства. По всей вероятности, химическая идентичность правизны и левизны в пространстве, занятого косным веществом, и неидентичность строения для пространства, занятого живым организмом, формируется на субатомном уровне вещества, когда живое предпочтительно использует только электроны с одним спином.

Если стать на эту точку зрения, придется признать, что данная единица пространства—времени 10^{-8} см в 10^{-3} сек представляет собой, по существу, квант биологической скорости или квант биологического пространства—времени. Такое понятие диктует ее вещественно-энергетическая обусловленность, поскольку энергия усваивается в масштабах одной молекулы в размере одного фотона или кванта света. Таким образом, движение в первичном акте дискретно, соответствует кванту света. Единица пространства—времени биосферы, с нашей точки зрения, возникает целиком или не возникает вовсе.

Времяобразующий фактор, которым является акт усвоения энергии и вещества из среды, может перестать действовать для данного отдельного организма на любой промежуток времени. В таком случае для данного неделимого биосферы время останавливается. Иногда это (в анабиозе) происходит на тысячи лет для различных спор или бактерий. Для них в данном случае нет течения, прохождения внутреннего времени.

Но оно идет для других биологических систем, клеток, органов и потому время биологического макромира кажется аморфным, плавным и беспрерывным. В масштабах всей биосферы оно такое и есть, тем не менее состоит из отдельных квантов, так же как и солнечный свет. "Смена поколений, — писал Вернадский, — есть своеобразное биологическое проявление времени, резко отличающее одно живое вещество от другого, с различным для каждого масштабом сравнения. Возможно найти для них и общий масштаб" [3, с. 80]. Если принять тот масштаб, о котором здесь идет речь, то необходимо признать, что время биосферы есть поток, состоящий из квантов, которым проходит каждая живая клетка. Сама возможность деления клеток обусловлена существованием на субатомном уровне квантованного времени, наличием порции времени, меньше которой не бывает и которыми живое отмеряет, членит пространство определенным метрическим шагом. Такой состав или строение биологического пространства—времени определяет мощность потока биосферного времени, который соответствует количеству одновременно делящихся и живущих клеток живого вещества. Если принять во внимание гипотезу Вернадского о количестве живого вещества в биосфере, колеблющемся вокруг какой-то средней цифры, то с неизбежностью следует вывод о сохраняющейся мощности потока времени на протяжении всей геологической истории. С точки зрения этой гипотезы может быть правильно поставлен вопрос об исследовании внутреннего строения времени в биосфере.

Качественная специфика биологической формы движения материи заключается в более высоком уровне организации материи по сравнению с безжизненными формами. В соответствии с такой посылкой Вернадский и предпринял исключительно плодотворные исследования коренного материально-энергетического отличия живого вещества биосферы от

косного. Резкая, без переходов граница разделов двух этих состояний вещества должна простираться, считал он, и до самых фундаментальных форм строения материи — в аспекте пространства и времени. Вот почему великий натуралист настаивал на изучении отличия правизны—левизны и на существовании отдельного, инвариантного по отношению к другим уровням движения биологического времени.

С чисто философской стороны лейбнецианскую традицию атрибутивности пространства и времени исследовали многие. Наиболее близко к такой постановке проблемы пространства и времени подошел В. Муравьев [14]. Здесь, пожалуй, впервые поставлен вопрос об изменении формы проявления времени в зависимости от прогрессивного развития движущейся материи. И хотя рассуждение ведется на уровне самых абстрактных категорий, тем не менее в нем содержится реальный смысл. Если есть развитие, то оно не может не сказываться на изменении формы времени, которая не может находиться в раз навсегда данной, застывшей форме. Если время представляет собой в наиболее усредненном виде составляющую всех мировых сил, считает философ, то среди них должны быть активные элементы, изменяющие строение времени.

Недавно появилось сообщение о гипотезе американского философа, исследующего время, Ю. Фрейзера [13] в которой утверждается, что единое и аморфное время есть лишь пустая абстракция. По мысли автора, реально существуют различные формы времени или, как они именуются в данной гипотезе, уровни темпоральности, связанные с каждым отдельным уровнем организации материи — умвельтом. Каждому умвельту, а это — мир элементарных частиц без массы покоя, элементарных частиц с массой покоя, космическому, биологическому, разумному и социальному, соответствует свое проявление времени. Из них, как считает Ю. Фрейзер, в своем ярко определенном качестве выступает только время биологическое, где оно выступает наиболее отчетливо и понятно для сегодняшнего уровня развития наших знаний.

Наука наших дней характеризуется повышенным вниманием к проблемам пространства и времени. И наиболее сильному натиску подвергается биологическое пространство—время. Оно легче других времен, если они существуют как реальность, а не только мысленная конструкция, поддается измерениям. И в этом смысле понятие кванта биологического времени, на наш взгляд, полнее отделяет качество биологической формы движения материи от его других проявлений. Он помогает полнее понять феномен жизни и наметить перспективы дальнейших исследований. Они могли бы касаться соотношения биологического пространства—времени и других его форм в пределах биосферы как целого, а также подходов к количественному определению уровней организованности живого вещества в соответствии с цефализацией, которая в целом есть преодоление биологического времени, перехода к другой его форме. Здесь открывается совершенно новая, неизведанная еще область, которая может дать новый ракурс понимания эволюции живого в биосфере.

On the basis of V.I. Vernadsky's concepts on the biological time and the unity of the space-time of animate matter the notion of biosphere time-forming factor and spacio-temporal quantum as a biological constant common for all animate nature is introduced. The notion is used to tempt to explain the irreversibility of the time in biosphere and the dissymetrie of the animate matter.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белл Л.Н. Энергетика фотосинтезирующей растительной клетки. М.: Наука, 1980. 333 с.
2. Вернадский В.И. Страницы автобиографии. М.: Наука, 1981. 350 с.
3. Вернадский В.И. О коренном материально-энергетическом отличии живых и косных естественных тел биосферы. — В кн.: Проблемы биогеохимии. М.: Наука, 1980, с. 320.
4. Вернадский В.И. Биогеохимические очерки. 1922–1932. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. 249 с.
5. Вернадский В.И. Проблема времени в современной науке. — Изв. АН СССР, 1932, сер. 7, ОМЕН, № 4, с. 511–541.
6. Вернадский В.И. Живое вещество. М.: Наука, 1978. 358 с.
7. Дмитриевский О.Д., Ермолаев В.Л., Теренин А.Н. Прямые измерения времени жизни возбужденных молекул хлорофилла и аналогичных пигментов в различных средах. — Докл. АН СССР, 1957, т. 114, № 4 (Биофизика), с. 751–753.
8. Заваззин Г.А. Литотрофные микроорганизмы. М.: Наука, 1972. 323 с.
9. Комиссаров Г.Г. Химия и физика фотосинтеза. М.: Знание, 1980. 64 с.
10. Красновский А.А. Преобразование энергии света при фотосинтезе. Молекулярные механизмы. М.: Наука, 1974. 64 с.
11. Лейбниц Г.В. Переписка с Кларком. — Соч. М.: Мысль, 1982, т. 1, с. 430–528.
12. Молекулярная фотоника. Л.: Наука, 1970. 437 с.
13. Молчанов Ю.Б. Иерархия уровней организации материи и временных отношений. — Вопр. философии, № 6, 1982, с. 134–136.
14. Муравьев В. Овладение временем как основная задача организации труда. М., 1924. 127 с.

УДК 550.42

А.В. Македонов

УЧЕНИЕ В.И. ВЕРНАДСКОГО
О ДИССИМЕТРИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Проблемы диссимметрии являются одним из важнейших разделов научного творчества Вернадского. Сам он не раз это подчеркивал. Излагая программу работ Биогеохимической лаборатории в 1934 г., поставил эту тему на второе место среди четырех наиболее важных тем, под названием "Диссимметрия пространства, занятого носителями жизни в связи с пространственной неоднородностью биосферы" [8]. Значение этих работ Вернадского уже при его жизни было отмечено А.Е. Ферсманом. В настоящее время это направление работ Вернадского привлекает все более широкое внимание геологов, а также специалистов в других областях науки и несомненно должно стать одним из главных объектов изучения его наследства. Однако в обширной литературе о Вернадском до сих пор нет ни одной работы, специально посвященной его учению о диссимметрии. И начать иссле-

дование этого учения, думается, лучше всего с хотя бы краткого, в рамках возможностей настоящего сообщения, систематического изложения высказываний Вернадского о диссимметрии в порядке их эволюции. Такое изложение поможет лучше понять и некоторые черты творческого мышления Вернадского.

Сам Вернадский в 30-х—40-х годах писал, что впервые указал на явления диссимметрии в нашей планете в 1923—1924 г. в своих лекциях по геохимии в Париже на примере строения "подвижной части земной коры" — "астеносферы" в районе Тихого океана и определил диссимметрию как "нарушение симметрии неизвестной мощной причиной, ее производящей или ее непрерывно динамически поддерживающей", причем отметил связь с диссимметрией биосферы [5, с. 114]. В другой работе примерно того же времени Вернадский писал, что ввел в 1924—1926 г. в биогеохимию "особое диссимметричное состояние пространства", "охваченного жизнью" [7, с. 149]. Существенно, что Вернадский всегда указывал связь своих представлений о диссимметрии с работами своих предшественников Пастера и Кюри. Пастер открыл диссимметрию живого вещества еще в 1838—1848 г. и предложил самый термин "диссимметрия". Затем Пьер Кюри показал в 1890-е годы, что диссимметрия характеризует еще более широкий круг явлений, а в последние годы своей работы указал на связь диссимметрии с особым состоянием пространства. С работами Пастера и Кюри Вернадский ознакомился значительно раньше: во время поездки в Париж 1889—1890 г. у него были и личные контакты с Кюри, однако, видимо, основной темой их были другие вопросы. В ранней книге "Основы кристаллографии", выпущенной в 1903 г., уже специально разбираются проблемы правизны и левизны со ссылками на работы Пастера в связи с общими проблемами симметрии; но специфика диссимметрии тогда еще не привлекала внимания Вернадского. Необходимы были новые впечатления и опыт, в том числе связанные с комплексом вопросов биогеохимии, в которые, по словам Вернадского, он углубился в 1916—1924 г. Публикация в 1924 г. дневниковой записи Кюри, бросившей новый свет на глубину проблемы, была, видимо, другим важным толчком. Проблемы симметрии в целом, ее специфика в живом веществе пересеклись с общими проблемами специфика живого вещества, его геологической роли и еще шире — эволюции живого и неживого вещества, общего строения материи, разных форм и состояний пространства и времени. Такое пересечение проблем, как это часто бывает в истории науки, почти внезапно вызвало новый синтез, новое направление, объединяющее ряд направлений нескольких наук и ряд проблем нескольких сфер природы. И Вернадский, по сути, первый одновременно обратил внимание и на явления диссимметрии в живом веществе, и на сопоставимые, хотя совсем другого масштаба явления в сопряженном с биосферой геологическом пространстве—времени, в планетарном масштабе. Вернадского сравнивали с Ломоносовым. И это пример того "сопряжения далековатых идей", о котором писал Ломоносов и которое является необходимой формой, ключом большого творческого акта. Но вплотную к проблемам диссимметрии Вернадский приступил в 1930 г. в связи с общим развитием естествознания к этому времени, и затем в последующие годы его жизни она занимает в его творчестве все большее место.

В докладе "Об условиях появления жизни на земле" (1930 г.) указывается, что "жизнь могла создаваться только в среде своеобразной диссимметрии, отличной от обычной среды биосферы". Диссимметрия определяется как "своеобразное определенное нарушение симметрии" и утверждается, что "кроме живых организмов и связанной с ними в своем генезисе нефти, все другие явления биосферы этой диссимметрией не обладают [8, с. 283—285]. Но тут же впервые указывается на возможность нахождения "диссимметричных явлений" в космосе, например правых и левых спиральных форм туманностей [8, с. 286—289], а в конце статьи вновь говорится о "своеобразной диссимметрии строения земной коры" и выдвигается смелая мысль о том, что "начало биосферы (и появление жизни), создание Тихоокеанской впадины (и диссимметрия земной коры) и образование земного спутника совпадают как события геологически одновременные и генетически возможно связанные" [с. 294]. Впоследствии Вернадский иначе трактовал образование Тихоокеанской впадины. Но идея о связи этой диссимметрии с диссимметрией живого вещества и какими-то явлениями космического масштаба осталась. И впервые, пока только в примечании, говорится, что "очевидно, существуют разные типы диссимметрии". Диссимметрия "пространства, охваченного правыми (или левыми) излучениями, например правым натриевым светом, отличается от энантиоморфной диссимметрии жизни, ибо в ней невозможны левые энантиоморфные явления" [8, с. 286].

В наброске "Время" (1930—1931 гг.) указывается, что "в мире есть диссимметрия, проявляющаяся в существовании в нем энтропии", и особенно резко она выражена в "биологическом времени", связанном "с жизненными явлениями, вернее, с отвечающим живым организмам пространством, обладающим диссимметрией" [6, с. 26 и 27]. Представления об особенностях пространства в диссимметрии здесь впервые сопоставлены с временем и с его двумя формами — как полярного вектора, однонаправленного изменения и как "обычного вектора времени". "В геометрическом выражении времени, в котором происходят жизненные явления, все его векторы должны быть: 1) полярные и 2) энантиоморфные". "Видеть энантиоморфность векторов мы не умеем", но намечаются две возможности. Согласно одной, энантиоморфность не может проявиться во времени, согласно второй — "энантиоморфность времени выражается в том, что в процессе, идущем во времени, закономерно проявляется через определенные промежутки времени диссимметрия" [6, с. 97]. Последняя формулировка очень важна, в ней уже заложена идея диссимметрии биологического времени как периодически поступательного процесса. Вернадский, однако, оговаривает, что оставляет "пока в стороне решение этого вопроса или же попытки иначе выяснить присутствие диссимметрии во времени" и ограничивается фактическими наблюдениями над тем, как время проявляется в жизненных явлениях [6, с. 26, 27].

В статье "О жизненном (биологическом) времени" [6] дан общий обзор истории проблемы времени в философии и естествознании, проблемы диссимметрии в работах Пастера и Кюри, подчеркивается идея Кюри о связи диссимметрии с особым состоянием пространства и доказывается, что пространство—время жизненных явлений не является ни ньютоновским, ни эйнштейновским пространством. Не только пространство жизни, но и

физическое пространство—время мира — диссимметрично, анизотропно, глубоко неоднородно. В 1931 г., в предисловии к первому выпуску второго тома "Истории минералов земной коры" — "Истории природных вод" указывается, что "понятие о диссимметрии земной коры" лежит вместе с тремя другими представлениями в основе предлагаемой Вернадским минералогии природных вод [3, с. 8].

В докладе "Изучение явлений жизни и новая физика" [8] В.И. Вернадский вновь рассматривает историю представлений о пространстве и времени и общей картины Вселенной и напоминает, что еще Пастер писал: "Вселенная есть диссимметричная совокупность... жизнь, в том ее проявлении, в котором мы ее видим, есть функция диссимметрии Вселенной или одно из последствий, которые ею вызываются" [8, с. 271]. Эта идея Пастера осталась лишь догадкой, но важно, что именно теперь Вернадский обратил на нее внимание. В докладе "Проблема времени в современной науке" (декабрь 1931 г.) он также рассматривает историю категорий пространства—времени, вновь возвращается к понятиям диссимметрии, их эволюции у Пастера и Кюри и критически пересматривает эволюцию проблемы, намечает ее дальнейшее развитие. Вернадский писал: "Кюри выявил диссимметрию Пастера как неоднородность пространства, выраженную в образах математических понятий симметрии. Он перенес ее на физические поля..., связал с понятиями состояний пространства, его закономерной анизотропности" [6, с. 242]. Этот итог истории проблемы, как это часто бывает у Вернадского, является трамплином прыжка в новое ее развитие. Это новое развитие связывает диссимметрию, как состояние пространства, с формами единого пространства—времени и его своеобразия в жизненных явлениях.

Почти одновременно в докладе "Пластовые воды биосферы и стратисферы" [4] Вернадский возвращается к явлениям симметрии в геологической форме пространства — "земная кора характеризуется резко выраженной диссимметрией, связанной с коренными условиями ее образования" [4, с. 615]. И теперь предлагает конкретную схему геосфер Земли, планетарных оболочек от нижней базальтовой до "вольной атмосферы" (+ 80 км от уровня моря и выше). В окончательном тексте "Истории природных вод" (1933 г.), диссимметрии впервые посвящен большой специальный раздел и дана еще более конкретная и разносторонняя характеристика глобальной диссимметрии строения планетарных оболочек в последовательном порядке — гранитной, метаморфической, стратисферы, коры выветривания, гидросферы, тропосферы. С этой диссимметрией связаны диссимметрии всей истории природных вод, теплового режима поверхности, всей биосферы, химических и физических свойств "самых разнообразных земных явлений", и указывается, что "диссимметрия такого распределения должна являться источником огромной свободной энергии, резко меняющей окружающую природу [4, с. 67]. Вернадский дает и конкретные наборы величин, характеризующих каждую биосферу, и общий коэффициент отношения суши и моря — 1:2,4, который он считает постоянным в течение большей части геологического времени. Этот показатель можно считать первым количественным показателем диссимметрии. И впервые отмечается еще одна сфера диссимметрии — диссимметрия стратосферы. Она "выражается в распределении озона" и температур в инвер-

сионном слое — разных в южном, более океаническом, и северном, более континентальном, полушариях. Выдвигается и обобщающее представление о "тектонической диссимметрии", к которой Вернадский собирает-ся "вернуться ниже". Таким образом, дан целый набор явлений диссимметрии в земных оболочках, их сопоставление друг с другом и с диссимметрией распределения суши и моря, их субстратов, которую можно считать ведущей. В докладе "Радиоактивность и новые проблемы геологии" [1, с. 654] опять указывается связь с этой диссимметрией конкретных показателей диссимметрии мощности биосферы — 3,8 км в среднем для гидросферы; 1—1,5 км для суши.

В целом 1930—1932 гг. были крутым поворотом в развитии идей Вернадского о диссимметрии и общего развития этой проблемы в естествознании. Сам Вернадский указывал на особое значение 1931 г. как важного рубежа в общей эволюции естествознания в XX веке. Последующие работы Вернадского в основном повторяют, варьируют, конкретизируют и дополняют сформулированные в эти три года обобщения и направления дальнейших исследований.

В издании "Очерков геохимии", 1934 [1, с. 67] дана развернутая таблица "диссимметрии в строении земной коры", показывающая "разный ход явлений для геосфер над двумя параллельно существующими в разных частях планеты одновременно фазовыми оболочками — жидкой и твердой". Схема представляет собой более сложную двухмерную классификационную матрицу. Вертикальные столбцы выделяют пять групп геосфер — термодинамические, фазовые, химические, парагенетические и лучистые. Горизонтальные — последовательные концентры их залегания — гранитный, нижний метаморфический, верхний метаморфический, литосфера (соответственно в других столбцах стратисфера), кора выветривания, гидросфера и указаны относительные отличия газовой тропосферы над сушей и морем. Последовательности изменений признаков оболочек в разных вертикальных столбцах могут рассматриваться в настоящее время и как один из первых опытов построения своеобразных гомологических рядов этих оболочек. Глубже гранитной геосферы диссимметрия не проявляется, в этом явлении "необходимо принимать во внимание лишь верхнюю часть земной коры, не превышающую в среднем 20 км", хотя оговаривается, что это очень условная граница и ее может быть придется опустить. И подробнее отмечены явления диссимметрии в продуктах жизни — угле, нефти, торфах, битуминозных сланцах, гумусовых компонентах почв. Диссимметрия свойственна "всем остаткам тела организмов. Разные соединения с ярко выраженной диссимметрией в них всегда могут быть открыты". Повторяется ограничительная формулировка — "в земной коре только жизнь и материальные продукты ее разрушения могут обладать диссимметрией". Это, как будто, противоречит приведенным выше высказываниям и содержащимся в этой же работе данным о диссимметрии строения оболочек, включающих гранитные и метаморфические породы и явления рельефа такого масштаба, как впадина Тихого океана и планетарное распределение суши и моря. Но Вернадский считает, что гранитные и метаморфические оболочки сформировались уже за счет переработки осадочных пород, в образовании которых так или иначе участвовало живое вещество и продукты его изменений. Позже, в работе "Опыт гидрохимии

и геохимии вод земли" (1939 г.) кратко повторяется схема диссимметрии геосфер, включая стратосферу [4, с. 537].

В наброске статьи 1938 г. "О состоянии физического пространства" [6, с. 50] еще раз подчеркивается отличие анизотропного "эмпирического" пространства от "геометрического", изотропного. И это анизотропное пространство "не может быть эвклидовым". Еще раз говорится о своеобразии симметрии в живых организмах, о "кривых линиях и кривых поверхностях", как первичных проявлениях симметрии". Эти представления Вернадского неожиданно перекликаются с идеями Д.В. Наливкина о криволинейной симметрии (1925, 1951). Но у Вернадского они связаны с представлением о кривизне самого пространства, ближе всего сопоставимой, по его мнению, с геометрией пространства, по Риману, но своеобразной.

В "Проблемах биогеохимии" (1934–1944 гг.) [8] вопросы диссимметрии вновь и вновь рассматриваются с дальнейшей детализацией и конкретизацией и им посвящены специальные разделы. И здесь еще яснее подчеркивается, что "правизна–левизна пространства–времени является основным свойством Космоса". А касаясь конкретных биогеохимических процессов, впервые постулируется, что диссимметрия определяет в них "существование... особого нового параметра физико-химических равновесий". Акцентируется и необходимость дальнейшего изучения конкретной геологической эволюции этих явлений – "смены правизны и левизны в обычный период одного и того же вида или в разных биоценозах или в разном времени", в частности, времени геологическом. В наброске 1941–1942 гг. "О геологическом значении симметрии" [6] еще раз подчеркивается своеобразие симметрии живого вещества, своеобразия его времени, как времени "геологически вечной смены поколений для всех организмов", и связь направленности процесса эволюции с коренным отличием геометрических основ живого вещества от косных естественных тел.

В упомянутой итоговой, хотя и незавершенной монографии Вернадского "Химическое строение биосферы Земли и ее окружения" диссимметрии посвящен ряд высказываний и специальных глав (XII, XVII, с. 114–120, 204–206 и мн. др.). Диссимметрия опять определяется как "отсутствие сплошности геологических оболочек в биосфере и астеносфере", в рамках тех представлений, которые уже изложены выше, но с еще более четкой трактовкой гранитной оболочки, как "конечных результатов изменения бывших на поверхности геохорах частей биосферы". Теперь Вернадский отвергает гипотезу образования Тихого океана в результате отрыва от земли Луны, но еще больше подчеркивает связанную с ним диссимметрию, особое значение Тихого океана. "Я вынужден положить его... как основу геологической структуры нашей планеты, чего я не мог сделать в 1931 г". Однако объяснение этой основы считает еще задачей будущего. И в ряде мест еще раз подчеркиваются особенности пространства диссимметрии живого вещества, которое не может быть Эвклидовым пространством трех измерений.

Рассматривая теперь взгляды Вернадского на диссимметрию как целое, можно выделить следующее.

Он обобщил и расширил представления Пастера и П. Кюри, связал их с представлениями современной физики, астрономии, биологии, геологии,

т. е. со всей новой картиной Вселенной, созданной естествознанием к середине XX в. и таким образом создал новое синтетическое направление учения о диссимметрии. При этом он намечает два возможных пути объяснения: 1) диссимметрия связана с радиоактивностью земного вещества; 2) все геологические явления имеют место в небольшом верхнем объеме планеты. И впервые ясно признается (вслед за П. Кюри), что "проявления диссимметрии могут встречаться и вне поля жизни". И дальше конкретизируются представления о диссимметрии пространства—времени этого поля. Оно отличается от всех известных физических и математических моделей, включая и наиболее близкое ему римановское пространство положительной кривизны. В пространстве живого вещества существуют оси симметрии пятого и более высоких порядков, принципиально различны правая и левая формы, а координата времени представлена особой координатой смены поколений. Эти принципы сформулированы еще в предварительной, общей форме, но они уже указывают направления дальнейших исследований, в известной мере предвосхищают и позднейшие открытия физиков о нарушении принципа четности в физическом пространстве, ряд открытий биологов и геологов и указывают новые пути в области трактовки геологического и биологического времени, общей теории эволюции. А в теории универсума выходят за рамки представлений об энтропии, как единственной формы диссимметрии, и предвосхищают современное учение о негэнтропии не только биологических, но и некоторых геологических процессов.

Вернадский конкретизировал представления П. Кюри об особом типе пространства в диссимметрических явлениях и связал их с новыми представлениями о времени в едином учении об особом пространстве—времени, анизотропном, неоднородном, с комплексом специфических свойств, которые отличаются от всех остальных типов пространства и времени.

Впервые Вернадский поставил вопрос о типизации диссимметрии и существовании диссимметрии геологического времени, как соединения поступательной направленности и периодичности. Это направление его идей получило позже разработку в современном учении о ритмическо-поступательном строении геологической формы материи.

В.И. Вернадский впервые поставил вопрос об исторической эволюции типов диссимметрии, в частности применительно к эволюции конкретных биологических таксонов и всего живого вещества биосферы.

Вместе с углублением познания диссимметрии живого вещества и связанного с ним пространства—времени Вернадский впервые конкретно показал определенные факты и формы диссимметрии абиотических форм материи, хотя и связанных по его мнению с живым веществом, и наметил развитие проблемы диссимметрии космоса.

Эволюция взглядов Вернадского шла в сторону все более конкретного описания и, так сказать, концентрического расширения явлений диссимметрии, с дифференциацией форм симметрии и диссимметрии. Естественно-научная конкретизация, непосредственно связанная с практикой естествознания, возможностями практического применения переплеталась с расширением метанаучного и философского анализа. Вернадский дал пример глубокой взаимоувязки философского и естественнонаучного мышления, фундаментальных теорий и практического опыта.

После смерти Вернадского его взгляды на диссимметрию непосредственно повлияли на ряд работ геологов, биологов, философов и получили новое развитие. Из философских работ следует отметить исследования Урманцева (1963, 1974 гг.) и др.; наук о Земле — исследования Шубникова (1946, 1951, 1961 гг.), Шафрановского (1968, 1971 гг.), Шафрановского-Плотникова (1975 гг.), Шубникова, Копчика (1972 г.), Кобзарева (1975 г.), Шубаева, Драгунова и др. Новые типы диссимметрии на разных уровнях организации вещества были выявлены при изучении осадочных формаций (угленосных и др.) и связаны с вопросами конкретных закономерностей образования и размещения полезных ископаемых, вместе с общими вопросами типизации геологического пространства-времени (работы Македонова, 1961, 1965, 1976 гг. и др.). При этом впервые наметились некоторые типы диссимметрии и ее количественные характеристики, пути дальнейшего качественного и количественного ее анализа. На геологическом совещании, посвященном "Симметрии структур геологических тел" [9], была сделана попытка наметить и общую характеристику диссимметрии геологических процессов и тел, с учетом новых данных.

К настоящему времени определились некоторые обобщающие представления. Диссимметрия в самой краткой форме представляет собой направленную ритмичность, и является не просто суммой отклонений от симметрии, а универсальной формой бытия, объединяющей все формы симметрии и асимметрии, которые являются ее предельными случаями. Были намечены структурные типы диссимметрии, некоторые количественные показатели (отношения количества и порядка повторяющихся и неповторяющихся элементов, структур, прямых и обратных последовательностей и т.д.). Эти структурные типы и их количественные показатели являются типоморфными для парагенезисов пород разных уровней и внутривидовых элементов. На этой основе намечилось продолжение матриц Вернадского — гомологических рядов строения парагенезисов уровней и разных типов парагенезисов, особенно в современном учении о геологических формациях. Наметилась и необходимость дальнейшего развития идей Вернадского об энергетических значениях и возможностях диссимметрии. Выявлены конкретные типы диссимметрии, в частности форм наложения друг на друга симметричных процессов разных масштабов и скоростей.

В общей истории развития Вселенной диссимметрия возникает как ясно выраженное и потенциально негэнтропическое явление на геологическом и, возможно, в некоторых случаях астрономических уровнях организации вещества, и затем она получает новое развитие на биологическом уровне. На биологическом уровне диссимметрия впервые становится самовоспроизводящейся. В биосфере осуществляется взаимопроникновение этих ступеней развития материи, в частности, в диссимметрии экосистем в широком понимании.

А B S T R A C T

The article reviews the history of the dissymetrie concept stemming from the intersection of problems dealing with the animate matter, its geological role, general structure of the matter, various forms and states of space and time. The present state of the fundamental problem of dissymetrie as a clear-cut and potentially negentropic phenomenon is presented.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вернадский В.И. Избранные сочинения. М.: Изд-во АН СССР, 1954. Т. 1. 696 с.
2. Вернадский В.И. Избранные сочинения. М.: Изд-во АН СССР, 1959. Т. 4. Кн. 1. 624 с.
3. Вернадский В.И. Избранные сочинения М.: Изд-во АН СССР, Т. 4. Кн. 2, 651 с.
4. Вернадский В.И. Избранные сочинения. М.: Изд-во АН СССР, 1960. Т. 5. 422 с.
5. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965. 374 с.
6. Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Пространство и время в неживой и живой природе. М.: Наука, 1975. Кн. 1. 175 с.
7. Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Научная мысль как планетное явление. М.: Наука, 1977. Кн. 2. 191 с.
8. Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии. М.: Наука, 1980. 320 с. (Тр. Биогеохим. лабор.; Т. 16).
9. Симметрия структур геологических тел. Л.: ВСЕГЕИ, 1976. Вып. 1. 138 с.

УДК 574

Е.М. Лавренко

БИОСФЕРА В ПОНИМАНИИ В.И. ВЕРНАДСКОГО И РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ЗЕМЛИ

Термин "биосфера" был введен в науку Э. Зюссом в 1875 г. в работе "О происхождении Альп" [15]. Скорее всего, Зюсс разумел под биосферой живой покров Земли, т.е. то, что В.И. Вернадский в своих работах называл "пленками жизни", а В.Н. Сукачев — "биогеоценотическим покровом". Как известно, В.И. Вернадский называл термином "биосфера" гораздо более мощное образование, связанное с верхними покровами нашей планеты. В одной из своих последних работ "О геологических оболочках Земли как планеты" [5] В.И. Вернадский так определил объем биосферы: биосфера охватывает низы стратосферы, всю тропосферу, а также стратисферу и всю гидросферу. Над земной поверхностью биосфера поднимается до высоты примерно 23 км, а ниже поверхности простирается до глубины 12 км. Стратисферу, т.е. все геологические осадочные отложения начиная с палеозоя до настоящего времени В.И. Вернадский называет результатом жизнедеятельности былых биосфер. И действительно, почти все известняки, многие железные руды и многие другие осадочные породы сформировались при непосредственном участии организмов. Кроме того, в различных слоях стратисферы находятся более или менее мощные отложения углей, нефти и газа. В растительном происхождении углей никто не сомневается, однако в отношении нефти и подземного газа есть расхождения; некоторые геологи не считают их органическими по своему происхождению. В.И. Вернадский считал и нефть и подземные газы результатом жизнедеятельности живых компонентов биосферы. В последнее десятилетие при изучении нефти было выяснено, что в нефти существуют некоторые живые бактерии, таким образом, жизнь проникает в более или менее глубокие слои стратисферы. Возможно, что зачатки этой бактериальной жизни в нефти проникли сюда с подземными водами.

Следует заметить, что В.И. Вернадский подчеркивал в своих работах роль органического мира в процессах, протекающих в поверхностных сферах. Он писал, что органическая жизнь постепенно воздействует на все поверхностные сферы Земли: атмосферу, гидросферу и стратисферу. И действительно, роль живых организмов очень велика в формировании газового состава атмосферы, геологических отложений стратисферы и всей толщи гидросферы. В.И. Вернадский отмечал, что вода во всех водоемах на Земле, включая и океаны, вероятно, несколько раз за время их существования прошла через тело организмов. В монографии В.И. Вернадского "Химическое строение биосферы и ее окружения" [7] точно определены основные пути воздействия организмов на среду их обитания. Он указал, что часть организмов, а именно фототрофы, в процессе фотосинтеза трансформирует лучистую энергию солнца и химическую энергию органического вещества. Другая группа организмов, называемая гетеротрофами, существует за счет энергии уже фиксированной фотосинтезирующими организмами в сложных органических соединениях. Существует большая группа организмов, питающихся непосредственно теми или иными живыми тканями фототрофов. Эта группа может быть названа фитотрофами.

Однако многие фитотрофы питаются не только живыми, но и отмершими тканями. К ним относятся, например, копытные и грызуны из млекопитающих, которые питаются не только живыми тканями, но и отмершими (свежей ветошью), но часть гетеротрофов питается только отмершими тканями или их частями, это сапротрофы или просто сапробы. Особенно большое значение среди гетеротрофов играют сапробы, преимущественно некоторые бактерии и грибы, которые сменяя друг друга, доводят разложение органических веществ до неорганических компонентов, могущих вступить у автотрофов в новый жизненный цикл. Как видно из этого, настоящие автотрофы—фототрофы, так и гетеротрофы, особенно сапробы различных уровней, играют очень большую роль в процессах, протекающих как на поверхности литосферы, так и всей гидросферы и нижних частях атмосферы. В.И. Вернадский по этому поводу говорил, что нет более постоянной силы, действующей в поверхностных оболочках Земли, чем жизнедеятельность организмов или, как он часто говорил, живого вещества. В.И. Вернадский обращал также большое внимание на рост и размножение организмов как процессов воздействующих на внешние земные оболочки. В частности, он постоянно упоминал о давлении жизни путем размножения. Он наметил даже программу изучения размножения и основных параметров давления жизни в целом. Таковы основные положения В.И. Вернадского, выше очень кратко изложенные, о планетарном значении жизни. Именно он показал всю грандиозность этого процесса.

Таким образом, понятие биосферы в трактовке В.И. Вернадского очень объемно в смысле радиальных размеров этой оболочки, очень глубоко в отношении понимания роли жизни во всех частях биосферы в ее широком понимании, а также исторично, так как стратисфера может рассматриваться как результат развития биосферы в течение всего геологического времени. Несмотря на такую глубину понимания биосферы В.И. Вернадским, удивляет то обстоятельство, что многие биологи понимают биосферу в самом узком смысле как совокупность "пленок" и сгущений жизни в смысле В.И. Вернадского и это несмотря на то, что именно он блестяще доказал

планетарное значение биосферы в широком смысле. Зачем отказываться от такой широко понимаемой роли жизни в планетарных процессах, которое преподал нам этот выдающийся ученый. Выход из этого только один — необходимо сохранить понимание биосферы только так, как ее трактовал В.И. Вернадский, а живые покровы ("пленки жизни" и сгущения жизни, по В.И. Вернадскому) назвать живым покровом — биостромой. Как известно, первоначальное значение слова "строма" — пестрое покрывало или ковер, другими словами, живой покров является пестрым ковром, "сотканным" из организмов. Тогда растительный покров нужно называть фитостромой, как это уже сделал наш выдающийся натуралист Г.Н. Высоцкий [8, с. 6]. Именно фитострома, состоящая преимущественно из зеленых фототрофных растений, является основной энергетической установкой не только биостромы, но всей биосферы в целом.

Биогеострома¹, биострома и фитострома имеют свою очень длительную историю с начала жизни на Земле, частично записанную в стратифере. По-видимому, в самое раннее время фитострома состояла преимущественно из синезеленых водорослей, относящихся еще к прокариотам. Синезеленые водоросли представлены не только в водоемах, но и на суше, даже в пустыне. Мы нередко и в настоящее время встречаем в пустынях Средней Азии на поверхности почвы синезеленые водоросли, в том числе *Stratopnostoc*. Изредка местами на сравнительно небольших участках в пустынях Средней Азии встречаются покровы, состоящие из *Stratopnostoc* и некоторых лишайников. Это особый тип растительности. В пустынях встречаются и другие виды, не только из синезеленых водорослей, но и настоящих зеленых водорослей. Естественно, что все эти водоросли вегетируют только при смачивании их капелькой жидкой воды во время дождей или таяния снега.

Для биостромы, особенно кайнозойской и в том числе современной, характерна качественная множественность жизни. Это результат сложного эволюционного процесса, который длился в течение многих миллионов лет со времени возникновения жизни на Земле. Этот процесс охватил как автотрофные растения, так и гетеротрофные организмы.

Возникновение гетеротрофов произошло, вероятно, еще в то время, когда существовали только фотосинтезирующие прокариоты и примитивные кариоты, часть которых эволюционировала в гетеротрофы. В настоящее время среди одноклеточных водорослей имеются организмы, которые способны одновременно к фототрофному и гетеротрофному питанию, например, многие жгутиковые *Euglinae*. Так же двойственно ведут себя в отношении питания и некоторые диатомовые и др. Возникновение гетеротрофов как консументов, так и особенно редуцентов имело большое значение для жизни биосферы в целом, так как основной функцией редуцентов является в ряду поколений многих видов постепенное разложение сложных органических веществ на более простые химические вещества, которые обычно снова потребляются фототрофами в процессе минерального питания для построения сложных органических соединений, составляющих тело фототрофов. Среди редуцентов особенно большую роль играют бактерии и некоторые грибы. Чрезвычайно важное значение редуцентов заключается в

¹ Синонимами биогеостромы являются: фитогеосфера — Е.М. Лавренко, 1949 [10]; биогеосфера — Н.В. Дылис, 1969 [9] и др.

том, что этот процесс полного разложения отмерших органических веществ осуществляется организмами, которые таким образом используют остатки энергии, первоначально накопленной фототрофами и еще оставшейся в неполно разложившихся органических веществах. Внешние факторы, влажность, термические условия в процессах разложения играют относительно второстепенную роль.

Множественность жизни заключается в видовом ее разнообразии, которое выражается не только в морфологических, но и экологических и физиологических и биохимических признаках. Во всех случаях виды представляют собой адаптационные системы, которые могут существовать только в определенных типах фитоценозов и биоценозов.

В настоящий момент максимума разнообразия качественная множественность жизни достигает в тропических лесах. Наиболее населенным ярусом последних являются кроны гигантских деревьев. Даже количество видов древесных пород в этих лесах чрезвычайно велико, и этим они резко отличаются от лесов умеренного пояса. В одном сообществе может произрастать несколько десятков видов деревьев, а число господствующих видов в сообществе — до 8—10.

К сожалению, качественная множественность организмов плохо изучена. Мы не имеем до сих пор полного состава всех видов организмов, живущих совместно в одном и том же сообществе того или иного типа. Очень плохо изучена экология совместно обитающих видов как автотрофов, так и гетеротрофов. Это плохое знание жизни организмов во всех ее проявлениях, особенно в отношении растекания и давления жизни размножением, по В.И. Вернадскому, будет в дальнейшем сказываться на охране отдельных редких и исчезающих видов растений и животных, а также их сообитателей.

Из упомянутого выше следует, что основной энергетической установкой биосферы являются различные синузии фототрофов, доминирующие виды которых относятся к разным основным жизненным формам (моховые, травяные, полукустарниковые, кустарниковые, древесные). В растительный покров нужно включать не только сообщества суши (сухупутный растительный покров), но и растительные сообщества мелководий, состоящие из прикрепленных и укореняющихся на дне водоема растений (прибрежно-водный растительный покров). Погруженные растения мелководий относятся как к высшим растениям (например, *Zostera*; *Ruppia*, *Vallisneria* и др.), так и к низшим — зеленые, бурые, красные водоросли. Уже довольно давно этот прибрежно-водный растительный покров изучается фитоценологическими методами.

Как известно, растительный покров или фитострома является основным объектом изучения особой науки — фитоценологии.¹ Свообразие энергетики растений, основывающейся на использовании энергии солнечных лучей, и также то, что специфичность жизненных форм высших растений позво-

¹ Мы не говорим в данном случае — объектом изучения геоботаники, так как геоботаника понимается в двух смыслах: некоторые авторы считают геоботанику синонимом фитоценологии (например, А.П. Шенников), другие понимают геоботанику очень широко, включая в это понятие не только фитоценологию, но и экологию растений и ботаническую географию в ее широком объеме (например, В.Б. Сочава [12] и др., из зарубежных авторов Г. Вальтер [3] и др.).

ляет их рассматривать отдельно от гетеротрофов и объясняет существование специальной науки о растительных сообществах фитоценологии.

Не вдаваясь в подробности, кратко остановимся на основных задачах этой науки. В ее задачи входит следующее: изучение флористического, экологического и фитоценологического состава растительных сообществ (фитоценозов). В их изменениях в течение вегетационного периода и ряда вегетационных периодов — флюктуаций. Таким образом, в задачи фитоценологов входит и изучение эколого-биологических свойств по возможности всех видов фитоценоза, но в первую очередь господствующих по массе. Большое значение имеет не только изучение эколого-биологических свойств вегетативных частей видов растений, входящих в состав фитоценоза, но и их генеративной сферы, с которой связаны явления давления жизни с помощью размножения.

Естественно, что структура фитоценозов должна изучаться не только в надземной части, но и в подземной, где находятся корневые системы и где формируются подземные побеги — корневища, а также корневые отпрыски. Важнейшим также является изучение биологической продуктивности надземных и подземных частей всех синузий сообщества в течение одного вегетационного периода (желательно нескольких), а также воздействие всех синузий сообщества в их надземных и подземных частях на световой и тепловой режимы и на режимы увлажнения. В задачи фитоценологии входит также изучение некоторых вопросов, связанных с взаимоотношениями фототрофов с гетеротрофами. Сюда входит исследование симбиотических явлений, в первую очередь изучение микоризы, которая оказалась очень широко распространенной среди растений, входящих в состав разных типов растительности, а также симбиоза с азотфиксирующими растениями бактериями (клубеньковые образования на корнях у бобовых, ольхи и др.). Очень большое количество гетеротрофов является фитотрофами. К последним относится огромное число организмов, начиная от вируса и кончая млекопитающими — копытными и грызунами. Зоогенные сукцессии, вызванные фитофагами, входят в программу работ фитоценологии. Очевидно, фитоценологи должны изучать и все виды транспортировки зачатков растений. Из этой кратко изложенной программы изучения фитоценозов видно, что в них, помимо фитоценологов, должны принимать участие экологи-физиологи, экологи-морфологи, почвоведы, метеорологи, а в ряде случаев и зоологи (выявление видового состава животных — фитофагов, опылителей и пр.). Это говорит о том, что фитоценология даже в своих задачах вынуждена, что вполне естественно, смыкаться с биоценологией и биогеоценологией.¹

Биоценозы суши и мелководий в их полном составе, включая гетеротрофы, изучает биоценология, а всю систему, состоящую из живых организмов и косной природы (атмосфера, минеральная и мертвоорганическая часть почвы, например гумус), изучает биогеоценология, в понимании В.Н. Сука-

¹ За рубежом в настоящее время чаще всего включают и фитоценологию и биоценологию в комплекс единой экологической науки. Однако нам представляется целесообразным выделение фитоценологии в особую науку, имея в виду совершенно выдающуюся роль фитоценозов жизни экологических систем (биоценозов и более крупных экосистем).

чева. Биогеоценоз, границы которого определяет в основном фитоценоз, является элементарной экосистемой [14]. Следует заметить, что ряд ученых, изучающих биосферу в понятии В.И. Вернадского при расчленении "пленок жизни" или, иначе говоря, биогеоценозов на суше и мелководьях, склонны отделять часть биогеоценозов, как слабо освещенную или даже вовсе лишенную воздействия солнечных лучей, от той части биогеоценоза, которая располагается в атмосфере, освещенной солнцем. С этим нельзя согласиться, так как надземная и подземная часть фототрофов представляет единое целое. Разделение биогеоценоза как некоторого целого возможно на биогеоценозические горизонты, как это делал Ю.П. Бяллович [2].

Как хорошо известно, В.И. Вернадский развивал также понятие о ноосфере, т.е. биосфере, в процессах развития которой большую роль и даже основную играет человек, его человеческий разум. Нам представляется, что биосферу следует исторически понимать более широко, чем она понимается в современной литературе. Видимо, начало сложного и длительного процесса изменения биосферы в ноосферу появилось еще в верхнем палеолите. С начала энеолита в Евразии началось развитие земледелия, которое постепенно начало охватывать большие площади приречных территорий, орошаемых специальными каналами. Земледелие начало интенсивно развиваться в сухих или засушливых районах с преобладанием открытых безлесных ландшафтов (долины Нила, Тигра, Евфрата, Теджена и Мургаба в Средней Азии, равнины в среднем и нижнем течении Хуанхэ). Особенно большое развитие воздействия человека на природу получило уже в новые времена в XV—XX вв. Но все же еще в XVIII в. огромные пространства степей даже на юге европейской части нашей страны еще были заняты степной целиной, почти не было распахов в пределах степного Казахстана. Как показывает современный почвенный покров, зона лесостепи была облесена значительно более, чем в настоящее время. Особенно большие нарушения в фитостроме и в биогеостроме в целом произошли в текущем веке. Как известно, деградация в результате человеческой деятельности всех поверхностных горизонтов суши, а также пресноводных и океанических сгущений жизни достигла угрожающих размеров. П. Ричардс [11] указывает, что влажные (дождевые) тропические леса могут быть сведены на протяжении жизни двух поколений людей. Заметим, что этот тип растительности характеризуется необыкновенным разнообразием своего флористического состава. Это не только касается многочисленных эпифитов, орхидей, папоротникообразных и лиан, но и древесных пород. В связи со всем этим следует упомянуть одно из высказываний В.И. Вернадского по поводу важности качественного разнообразия на Земле. Он неоднократно подчеркивал в своих работах, что только многообразие видов организмов поддерживает устойчивость биосферы.

В последнее десятилетие явно наблюдается деградация видового состава и нарушение популяционной структуры видов, как среди автотрофов, так и гетеротрофов. Чтобы подчеркнуть принципиальное отличие биосферы от неорганического мира, В.И. Вернадский писал, что количество видов минералов несколько превышает 3000¹. В то время число видов растений и жи-

¹ По данным БСЭ количество минералов насчитывает 2500 видов и столько же разновидностей (БСЭ, 3-е изд., т. 16, с. 274).

вотных, как указывал В.И. Вернадский, измеряется сотнями тысяч или даже миллионами. Разница прямо ошеломляющая. Он подчеркивал, что такая множественность жизни поддерживает равновесие всей биосферы Земли как наиболее крупной экосистемы, известной пока человеку. Таким образом, человечество должно стремиться к возможно полному сохранению качественного множества жизни на нашей планете.

В настоящее время в нашей стране, как и в зарубежных странах, проводится большая работа по составлению "Красных книг" редких и исчезающих растений. Однако следует отметить, что это только первый шаг к охране этих растений. Необходима большая работа по всестороннему стационарному изучению экологии этих редких и исчезающих видов. Основное внимание при этом следует уделять процессам возобновления этих растений как вегетативного, так и генеративного во всех их деталях.

В нашей стране имеются большие успехи в отношении заповедного дела, количество заповедников значительно, но тем не менее они не полностью отражают всего разнообразия живого мира. Многие заповедники занимают горные ландшафты. Охрана природы преобладающих в нашей стране равнинных ландшафтов осуществляется еще недостаточно.

Подводя итоги всему вышесказанному, можно сделать вывод, что человечеству надо приложить еще немало усилий для охраны природы, для разумного использования биосферы и превращения ее в настоящую сферу разума — ноосферу.

А B S T R A C T

Composition, energetical and geological role of the main component of the biosphere — vegetable cover or biostrome is analysed. The main tasks of phytocology and studies of cultural vegetable cenoses are defined. The importance of multiplicity and qualitative diversity of living organisms is specially stressed.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Будыко М.И. Климат и жизнь. Л.: Гидрометиздат, 1971. 472 с.
2. Бяллович Ю.П. Биогеоценологические горизонты. Сборник работ по геоботанике, ботанической географии, систематике растений и палеогеографии. — Бюл. МОИП. Отд. биол., 1960, № 3, секц. бот., с. 43—60.
3. Вальтер Г. Общая геоботаника. М.: Мир, 1982. 261 с.
4. Вернадский В.И. Биосфера. Л.: Науч. хим.-техн. отд. ВСНХ, 1925. 146 с.
5. Вернадский В.И. О геологических оболочках Земли как планеты. — Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз., 1942, № 6, с. 251—269.
6. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере. — Успехи соврем. биологии, 1944, № 18, вып. 2, с. 113—120.
7. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965. 374 с.
8. Высокый Г.Н. Покрововедение. — Зап. Бел. ин-та сельск. и лесн. хоз-ва, 1925, № 4, с. 151—159.
9. Дылис Н.В. Биогосфера, ее свойства и особенности. — Изв. АН СССР. Сер. биол. 1969, № 4, с. 487—504.
10. Лавренко Е.М. О фитогеосфере. — Вопр. географии, 1949, сб. 15 (Московского отд. ВГО), с. 53—66.
11. Ричардс П. Тропический дождевой лес. М.: Из-во иностр. лит. ИЛ, 1961. 448 с.
12. Сочава В.Б. К вопросу о содержании и методах геоботаники. — Ботан. журн., 1948, т. 33, № 2, с. 270—274.

13. Сукачев В.Н. Основы теории биогеоценологии. — В кн.: Юбилейный сборник АН СССР, посвященный 30-летию Великой Октябрьской социалистической революции. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1947, кн. 2, с. 283—305.
14. Сукачев В.Н. Основные понятия лесной биогеоценологии. — В кн.: Основы лесной биогеоценологии. М.: Наука, 1964. с. 5—49.
15. Suess E. Die Entstehung der Alpen. Wien: Braumüller, 1875.

УДК 582.2/3

Ю.Л. Мартин

СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ КАК БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ

Методологическая основа биологической индикации, получившая начало в работах В.В. Докучаева, нашла глубокое развитие в трудах В.И. Вернадского (идеи о роли организмов в миграции элементов в биосфере), продолжение в работах А.П. Виноградова, а также в области геохимии ландшафтов в работах Б.Б. Польнова и далее во многих трудах А.И. Перельмана, М.А. Глазовской, В.А. Ковды, С.В. Викторова, В.В. Ковальского является сегодня научным фундаментом широко проводящихся биоиндикационных исследований [6, 7, 11].

В своем труде "Живое вещество" В.И. Вернадский указал на то, что биологическая, экологическая принадлежность и формирование элементарных групп играют огромную роль в геохимической реакции организмов. В этом отношении, особенно в последние годы, низшие растения и мхи привлекли пристальное внимание [64, 65, 10]. Гениальное предвидение В.И. Вернадского, выраженное его словами "... лишайники имеют особую функцию в химических процессах земной коры и являются чрезвычайно своеобразной и важной составной частью в строении живой материи" [3], подтверждается современными исследованиями. Лишайники, являясь симбиотическими организмами, заселяют те участки биосферы, где, по существу, наблюдается разрежение живого вещества, о котором писал В.И. Вернадский в книге "Живое вещество". Эвритопность лишайников как группы организмов, ярко выраженная стенотопность отдельных видов и ряд адаптаций позволяют лишайникам занимать пространство в природных и антропогенных экстремальных условиях. Об этой автономности организмов писал В.И. Вернадский в книге "Биосфера" [2, с. 289—290], выражая общие закономерности приспособления и общую стратегию формирования особого термодинамического поля, определяющего "область существования" этих автономных систем.

Перекрывающиеся экологические амплитуды различных видов лишайников, индивидуальность реакции на факторы среды, в том числе и на фитотоксиканты, делает их удобным орудием биологической индикации изменения геохимической обстановки.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ НА ЛИШАЙНИКИ

Двуокись серы. Весьма мало известно о серном обмене лишайников, несмотря на большой интерес к ним как индикаторным видам серного загрязнения. Большинство данных показывают общее накопление серы в лишайниках, трансплантированных в загрязненную среду или же растущих там [33, 34, 35, 57]. Данные, полученные Ферри и Бадли [31] в лабораторных условиях, показали, что воздействие SO_2 не всегда совпадает с оценками относительной чувствительности лишайников [43]. Это касается особенно видов, растущих на нейтральной и щелочной коре, а также на гипертрофированной или эвтрофированной в смысле Баркмана [21] и Хоуксворса-Роуза [43].

Подобные результаты получены Нильсон и Мартин [12] при сравнении относительной чувствительности лишайников в условиях кислого и сложного (пылевого + SO_2) загрязнения (табл. 1).

Несоответствие полевых и экспериментальных данных, по-видимому, связано со следующими обстоятельствами: 1) при оценке относительной токситолерантности лишайников в полевых условиях ведущим фактором принимается концентрация SO_2 , другие ингредиенты практически не учитываются; 2) в экспериментах практически невозможно смоделировать естественную обстановку.

Ферри и Бадли [31] показали, что накопление серы (из раствора сульфата) является частично активным и частично пассивным процессом. Видовые различия пропорций пассивного и активного усвоения серы во многом объясняют избирательность накопления в лишайниках.

В очень многих работах, где указывается на исчезновение лишайников в результате воздействия двуокиси серы, нет прямых данных о концентрациях этого вещества в атмосфере. Причинами поражения или исчезновения лишайников в городах наряду с воздействием могут быть измененный микроклимат, исчезновение форофитов или нарушение других природных субстратов лишайников, а также совместное воздействие многих загрязнителей городской атмосферы. Только в последние годы появились работы, позволяющие сравнивать флоры лишайников до начала урбанизации или запуска промышленных предприятий с современным состоянием флоры [30, 63, 92]. Недавние полевые трансплантационные [57] и лабораторные фумигационные эксперименты дали возможность более конкретно обсуждать механизмы поражения лишайников. Хиль [45] использовал в качестве показателя физиологической активности связывание C^{14} . Менее пораженными оказались лишайники более устойчивые к загрязнению. Бадли и др. [19, 20], Шоумен изучали влияние фумигации с SO_2 на фотосинтез и дыхание. Ряд авторов [67, 72, 73, 87] обнаружили превращение хлорофилла в феофитин под воздействием O_2 и деструкцию хлорофилла в результате других необратимых окислительных процессов. Последние работы в этой области обсуждают воздействие SO_2 на проницаемость клеточных стенок [71, 88].

В нескольких работах хорошо показана связь между среднегодовой концентрацией SO_2 и распространением лишайников и мхов или признаками, характеризующими состояние определенного вида. Джилберт [35] устано-

Т а б л и ц а 1
Токситолерантность эпифитных лишайников
в условиях кислого и щелочного загрязнения [12]

Вид	Токситолерантность	
	Кислое загрязнение	Щелочное загрязнение
I		
<i>Hypocenomuce scalaris</i>	8	—
<i>Lecanora pulicaris</i>	7	—
<i>Cetraria pinastri</i>	5	—
<i>Lecanora conizaeoides</i>	10	—
II		
<i>Scoliciosporum chlorococcum</i>	10	3
<i>Buellia punctata</i>	8	3
<i>Evernia prunastri</i>	7	4
<i>Hypogymnia physodes</i>	8	5
<i>Lepraria incana</i>	10	5
<i>Parmelia sulcata</i>	9	6
III		
<i>Caloplaca holocarpa</i>	—	10
IV		
<i>Lecanora allophana</i>	4	8
<i>L. carpinea</i>	6	9
<i>Pertusaria coccodes</i>	3	6
<i>Physcia adscendens</i>	6	9
V		
<i>Lecanora hageni</i>	10	10
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	10	10
<i>Physcia dubia</i>	8	9
<i>P. stellaris</i>	9	10
<i>P. tenella</i>	9	9
<i>Xanthoria parietina</i>	10	10

вил критические (лимитирующие) концентрации для индикаторных видов лишайников *Parmelia saxatilis* и *P. fuliginosa* — 0,020 ppm. Для мхов *Crimmia pulvinata* и *Hypnum cupressi* форме эта концентрация 0,016 ppm. В этой же работе приводятся данные, косвенно указывающие на связь между содержанием в воздухе двуокиси серы и процентным покрытием определенных видов лишайников (табл. 2).

Зависимости распространения от концентрации SO_2 , установленные для некоторых видов лишайников в Копенгагене, приведены в табл. 3 [51].

Природное фоновое содержание серы в атмосферном воздухе составляет примерно 0,28—2,8 мг/м³, достигая 200 мг/м³ и более вблизи источников загрязнения. Многими исследованиями установлено, что лишайники накапливают значительные количества серы из атмосферного воздуха и осадков.

Таблица 2

Изменение процентного покрытия *Lecanora conizaeoides* (устойчивый к SO_2) и *Evernia prunastri* (чувствительный к SO_2) на *Fraxinus excelsior* вдоль трансекта от Ньюкасла до Тюн [35]

Лишайники	Покровие на различном расстоянии (в км) от центра Ньюкасла					
	8	12	16	20	24	32
<i>Lecanora conizaeoides</i>	10	90	60	20	20	10
<i>Evernia prunastri</i>	0	5	10	25	25	40

Таблица 3

Индикаторные виды лишайников и зависимость их распространения от среднегодовых концентраций SO_2 в Копенгагене [51]

Индикаторный вид	Соответствующая средняя годовая концентрация ($\mu\text{г}/\text{м}^3$)
<i>Buellia punctata</i>	90–100
<i>Lecanora subfusca</i>	70–80
<i>Physcia pulverulenta</i>	40

Олкконен и Тагала [69], а также Горбач и Гетко рассматривают содержание серы в лишайниках в виде сульфат-иона как показатель загрязнения воздуха.

Содержание серы в слоевищах лишайников приведено во многих работах. Наивысшую концентрацию установил Сиворд [81] — 12661 ppm в лишайниках, собранных на расстоянии 5,3 км от г. Лидса в Англии. Шеридан и др. [84], изучая лишайники вблизи бумажного комбината в штате Монтана, обнаружили концентрации от 700 до 2350 ppm. Гофман [46], анализируя содержание серы в *Physconia detersa*, обнаружил 556 ppm на расстоянии 14 км и 2050 ppm на расстоянии 2 км от бумажного комбината. Томассини и др. [89] приводят концентрации 400, ..., 2500 ppm для загрязненных мест по профилю и 160, ..., 950 ppm для лишайников чистых мест. Кейс и Краузе [28] дают значения от 85 до 2540 ppm, причем концентрация серы в лишайниках уменьшается с увеличением расстояния от источника серного загрязнения. Наиболее четко выражается зависимость накопления серы в лишайнике *Parmelia saxatilis* от расстояния по трансекту от Ньюкасла до Тюн (табл. 4), представленная Джильбертом [33], а также зависимость накопления в различных видах индикаторах от содержания двуокиси серы в воздухе (табл. 5) [44].

Очень мало данных о скорости накопления серы в лишайниках. Известно, что различные виды накапливают серу по-разному [89, 91], в зависимости от физиологических особенностей. Пуннинг и Пуннинг [16] проводили оценку содержания серы в лишайниках *Rhizocarpon geographicum*, *Naematomma ventosum*, *Parmelia centrifuga* и *Umbilicaria proboscidea* на разно-

Таблица 4

Накопление серы из атмосферы слоевищем лишайника *Parmelia saxatilis* вдоль трансекта от Ньюкасла до Тюн [33]

Расстояние от центра (км)	Содержание серы в слоевище (ppm)	Сера в воздухе (ppm)
6,4	2870	0,02
13,6	695	0,014
33,6	225	—

Таблица 5

Зависимость между содержанием серы (ppm сухого веса) и уровнем SO_2 в воздухе [44]

Вид	Среднее зимнее содержание SO_2 $\mu\text{г}/\text{м}^3$				
	с 30	35	40–50	55	60–70
<i>Evernia prunastri</i>	382	584	794	1129	—
<i>Hypogymnia physodes</i>	537	—	545	—	1509
<i>Usnea subfloridana</i>	254	676	1101	—	—

возрастных моренах ледника Берга на Полярном Урале [9]. При допущении, что в атмосферном воздухе, отдаленном от промышленных центров полярных и горных стран, содержание серы постоянное, выяснилось, что в исследуемом интервале времени (740 лет) аккумуляция серы у *Rhizocarpon geographicum* и *Parmelia centrifuga* является также постоянной величиной, функцией времени или возраста лишайника. Такой метод оценки возраста лишайников и субстратов, на котором они растут, получил название сульфурометрии [17].

По программе изучения биогеохимической роли споровых растений в Таллинском ботаническом саду АН ЭССР было исследовано накопление серы двумя видами мхов: *Seratodon purpureus* и *Hypnum cupressiforme*. Сера определялась кулонометрической системой KDS-41 [4, 40]. Выбранные виды отличаются по чувствительности к загрязнению. *H. cupressiforme* является чувствительным видом [80], *S. purpureus*, имеющий космополитический характер распространения, обнаруживает тяготение к загрязненной среде [36, 38].

Максимальное содержание серы в *S. purpureus* было отмечено в городах (Таллин, Кõхтла-Ярве) и составляло у экземпляров, растущих на почве и камнях 1,224 ... 3,678 мг/г сухого вещества, у эпифитов 1,698 ... 2,026 мг/г сухого вещества. При этом наблюдается более высокое максимальное содержание серы в одних и тех же местах у эпифитов (например, в Таллине 1,224 мг/г на почве и камнях, а 2,026 мг/г сухого вещества в эпифитах при фоновом содержании 0,139 ... 0,151 мг/г).

Максимальные содержания серы в *H. cupressiforme* составляют 0,848 ... 0,982 при фоновом содержании 0,111 мг/г сухого вещества.

Наблюдается весьма интересная закономерность, а именно: фоновое содержание серы у обоих исследованных видов в пределах 0,1–0,15 мг/г. При возрастании загрязнения возникают различия в накоплении серы между видами, которые тем больше, чем выше уровень загрязнения. Содержание серы в *H. cupressiforme* стабилизируется раньше, чем у *S. purpureus*, и первый вид выпадает, не выдерживая концентрацию SO_2 выше 0,016 ppm [35].

На основании полученных данных можно сделать вывод, что накопление серы изученными видами зависит от содержания серы в атмосферном воздухе и уменьшается с удалением от источников загрязнения, а также зависит от доступности местообитания загрязненному воздуху. Весьма важным является обстоятельство, что уровень накопления серы у более устойчивых видов выше.

Вышеприведенные данные позволяют утверждать, что лишайники и мхи, накапливая значительные количества (по сравнению с фоном) серы и обнаруживая видовую индивидуальность в этом, осуществляя эффективно биогеохимическую функцию накопления, могут рассматриваться как индикаторы изменения биогеохимической ситуации в условиях серного загрязнения.

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ

В последние годы уделено много внимания лишайникам и мхам как мониторам радионуклидов и тяжелых металлов в окружающей среде [5, 7, 10, 13, 14, 15, 22, 29, 32, 39, 41, 44, 47, 48, 56, 64, 65, 74, 75, 76, 77, 83].

Список видов мхов и лишайников, использованных при изучении накопления тяжелых металлов, достаточно большой, но наиболее часто все же анализируются следующие виды [64].

Мхи	Лишайники
<i>Dicranum polysetum</i>	<i>Cladonia rangiferina</i>
<i>Dicranum scoparium</i>	<i>Hypogymnia physodes</i>
<i>Hylocomium splendens</i>	<i>Lecanora conizaeoides</i>
<i>Hypnum cupressiforme</i>	<i>Pseudevernia furfuracea</i>
<i>Pohlia nutans</i>	<i>Usnea filipendula</i>
<i>Sphagnum</i> spp.	
<i>Pleurozium schreberi</i>	

Основным источником катионов для лишайников и мхов является атмосферный воздух, поскольку эти организмы не имеют развитой корневой и проводящей систем, также отсутствуют специальные органы, регулирующие газообмен.

Некоторые данные показывают относительную автономность лишайников по отношению минерального состава субстратов [49, 52, 66]. В то же время показано, что в минеральном составе лишайников и субстратов существует общее согласие [24, 54, 55, 58, 62], более того, некоторые виды лишайников приурочены к определенным субстратам [8, 23].

Поглощение катионов слоевищем лишайников делится на активное и пассивное и выражается в последующей локализации ионов. Пассивно поглощенные ионы остаются вне клетки, в то же время активно поглощенные проникают в цитоплазму.

Т а б л и ц а 6
Концентрации тяжелых металлов (средние в $\mu\text{г}/\text{сухого веса}$)
во мхах и лишайниках [32]

Таксон	Cd	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
М х и						
Dicranum	0,9	32,0	574	2,9	31,8	179
Hylocomium	1,3	39,0	647	4,7	46,1	159
Hypnum	1,4	36,2	1700	7,0	106	208
Pleurozium	0,8	29,1	591	2,8	35,5	106
Pohlia	2,0	41,5	1270	5,0	68,7	237
Л и ш а й н и к и						
Cladonia	0,5	14,5	442	1,5	22,8	102
Hypogymnia	1,1	28,2	832	2,6	22,6	232
Pseudevernia	0,6	35,0	926	2,8	37,3	237
Usnea	0,6	22,4	614	2,6	27,0	182

Т а б л и ц а 7
Содержание тяжелых металлов в видах *Cladonia*,
собранных на расстоянии 30 миль (48 км) от Коннер Клиф, Онтарио
(ppm сухого веса) [68]

Вид	Cu	Ni	Zn	Fe	Pb	Mn
<i>C. deformis</i>	86,7	109,0	35,7	1316	49,5	27
<i>C. mitis</i>	182,7	112,0	28,3	1489	36,5	13
<i>C. alpestris</i>	95,0	112,8	27,0	1615	32,7	15
<i>C. rangiferina</i>	55,6	101,1	22,8	1456	30,3	—
<i>C. uncialis</i>	71,0	33,0	40,0	1329	—	13

Большое значение для геохимической индикации имеют данные, показывающие избирательное поглощение ионов слоевищем лишайников. Ряд исследователей считают, что доминирует именно пассивное поглощение [42, 72, 90]. Однако Браун [25] считает, что избирательное поглощение катионов может быть как активным, так и пассивным процессом. Он же обсуждает различия этих путей на примере поглощения свинца, меди, цинка, никеля и кобальта слоевищем *Cladonia rangiformis*.

Для биогеохимической индикации весьма важно установить взаимосвязь между концентрациями катионов в среде и в лишайниках. Браун [25] показал, что 100-кратное увеличение исходной концентрации увеличивало поглощение всего лишь в два раза. Хотя Пакиг и др. [72] показали, что катионная избирательность зависит от концентрации, но они и другие исследователи [90, 26] разделяют мнение, что нет линейной зависимости между начальными и реально поглощенными концентрациями.

Если такое наблюдается и в природных условиях, то оценка содержания тяжелых металлов в среде на основе их содержания в лишайниках явно занижена. Следует отметить, что пока не будет достаточно данных о хими-

Таблица 8

Содержание металлов (ppm сухого веса) в *Peltigera rufescens* на 1 км трансекта у Рисби Варрен (Линколншир) на территории, подверженной воздействию загрязнения от сталеплавильного завода [81]*

Металл	Местоположение						Контроль
	1	2	3	4	5	6	
Cr	127	64	61	33	42	25	26
Cu	91	54	34	20	27	20	16
Fe	90380	77110	32020	13760	26820	15170	14150
Pb	454	139	125	46	120	59	79
Mn	5000	3239	747	371	838	386	372
Ni	38	24	33	11	52	26	10

* В качестве контрольных служили образцы, собранные на этом же месте в 1907 г.

ческом составе клеточных стен водорослей и грибов, входящих в состав слоевища лишайников, процесс связывания и роль отдельных веществ в процессе поглощения катионов остается на уровне предположений.

Лишайники и мхи как индикаторы выпадения тяжелых металлов в последние годы широко применяются главным образом как среда, в которой различными методами определяется содержание интересующего исследователя металла [25, 27, 41, 47, 53, 56, 61, 68, 70, 74–77, 79, 81, 82].

В большинстве случаев анализировались образцы лишайников и мхов, собранные в природной обстановке. Некоторые работы проведены с трансплантированными образцами [39, 59]. Было показано, что, например, мертвые мхи довольно быстро накапливают значительные количества тяжелых металлов через пассивное поглощение катионов клеточными стенками.

Фолкесон [32] сравнивал накопление тяжелых металлов в пяти видах мхов и четырех видах лишайников. Он же предложил метод расчета калибровочного фактора, который, несомненно, полезен, поскольку распространение отдельных видов в природной обстановке неравномерное. Фолкесон установил, что мхи накапливают больше тяжелых металлов, чем лишайники (табл. 6). В *Нурпум сурессиформе* было найдено большое количество железа и высокие концентрации никеля и свинца. Уровень металлов в *Cladonia rangiferina* был ниже, чем во всех остальных образцах. Мох *Pohlia nutans* оказался лучшим аккумулятором кадмия. Эти данные еще раз подтверждают избирательность накопления катионов различными видами. В данном случае трудно проводить сравнения, поскольку рассматриваемые виды собраны с разных субстратов — мхи, за исключением *Pohlia nutans*, с почвы, а лишайники со стволов сосны и ели, кроме *Cladonia rangiferina*. Кроме того, неизвестен возраст мхов и лишайников. Нибоер и др. [68] также показали значительные различия в накоплении тяжелых металлов между видами *Cladonia* (табл. 7).

В пользу возможности применения мхов и лишайников в качестве индикаторов выброса тяжелых металлов говорят данные, показывающие зависимость содержания катионов от расстояния до источника загрязнения, которую хорошо иллюстрируют данные в табл. 8 [81].

Т а б л и ц а 9
Концентрации свинца в лишайниках, собранных с одних мест
в разные годы [56]

Вид	Год сборов образцов	Pb $\mu\text{г/г}$
Pseudoparmelia baltimorensis	1907	$82,3 \pm 8,2$
	1938	$127,8 \pm 14,8$
	1958	$342,9 \pm 12,6$
	1978	$1893,5 \pm 345,2$
Xanthoparmelia conspersa	1907	$82,9 \pm 2,2$
	1978	$1647,5 \pm 42,7$

Среди тяжелых металлов наиболее хорошо изучено воздействие на лишайники свинца, никеля и ртути. Установлено, что лишайники являются хорошими аккумуляторами с в и н ц а, более эффективными, чем, например, хвоя сосны [53]. В слоевище лишайника свинец связывается клеточными стенками и концентрируется главным образом грибными гифами сердцевины. Токсичное воздействие свинца на лишайники минимальное. Пакит обнаружил некоторое уменьшение фиксации ^{14}C при долговременном экспонировании. Браун и Слингсби [26] высказали мнение, что свинец не имеет прямого воздействия на метаболизм лишайников. Лори и Хейль [56], изучая ювенильные особи *Xanthoparmelia conspersa* вблизи автострады, установили, что в условиях загрязнения (1600 ppm свинца) они росли медленнее, чем в контрольных условиях.

Полезную информацию об изменении фона свинца можно получить, как показали Лори и Хейль [56], изучением ранее собранных образцов лишайников (табл. 9).

Как видно из приведенных в табл. 9 данных, за 70 лет содержание свинца в анализированных видах лишайников увеличилось более чем в 200 раз.

Ретроспективный обзор изменения концентрации свинца впервые был опубликован Рюлингом и Тюлером [74–77], показавшими увеличение содержания свинца в течение ста лет в Швеции. Они обнаружили два периода заметного увеличения концентрации свинца: первый период возник в конце Х в., а второй — после 1945 г. Если второе увеличение объясняется расширяющимся применением свинца в бензине, то первый период авторы объяснить не могли. Расмуссен [79] и Иохнсен и Расмуссен [50], определяя содержание тяжелых металлов в эпифитных мхах в Дании, установили, что концентрация свинца увеличилась приблизительно на один порядок за последние 25 лет. Рао и др. [78] указали на наибольшее увеличение содержания свинца среди пяти видов мхов в *Heterophyllum haldanianum* в Монреале от 20 $\mu\text{г/г}$ в 1905 г. до 110 $\mu\text{г/г}$ в 1971 г.

В литературе приведены предположительные фоновые значения содержания свинца в лишайниках для Европы 25–75 ppm [81]. В загрязненных условиях среды эта величина может повышаться до 1000 ppm [26, 70]. На территории Польши, где расположено много промышленных предприятий, фоновое содержание свинца почти в 10 раз выше, чем в Скандинавии

[41]. Сиворд и др. [83] определили в качестве среднего содержания свинца в юго-западной Польше в семи видах рода *Umbilicaria* (50 ppm), причем среднее содержание свинца в *U. cylindrica* в Польше 33,9 ppm, в Ирландии 41,6 ppm, в *U. polyphylla* соответственно 67,6 и 33,4 ppm.

В течение ряда лет по программе биоиндикационных работ в Таллинском ботаническом саду АН ЭССР велись исследования для оценки фонового содержания свинца в лишайниках и мхах. Одним из объектов был *Nurogumnia physodes* — эпифитный лишайник, который имеет довольно широкое распространение и в то же время является достаточно устойчивым в условиях кислого загрязнения (зона 4 по шкале [43], класс токситолерантности 8 по [12]). Кроме того, о содержании различных элементов в *N. physodes* опубликовано много работ, что дает возможность для сравнения ([53] привести около 50 работ по содержанию химических элементов в *N. physodes*).

При изучении содержания фонового свинца на более чем 1000-километровом профиле от Пущино (Московская обл.) до о-ва Вильсанди (ЭССР) анализировались образцы *N. physodes*, собранные с сосен в различных типах сосняков, отдаленных от населенных мест. Данные по содержанию свинца показывают довольно равномерное распределение этого элемента в северной части Восточной Европы. Приведенные в табл. 10 данные частично опубликованы ранее [51].

Данные, приведенные в табл. 10, могут быть дополнены результатами исследований финских авторов [53], которые указывают на минимальное содержание свинца в *N. physodes* (40 мкг/г), что несколько превышает значения, полученные в наших работах. Трудно объяснить это превышение, возможно, этот образец собран вблизи дороги, как и остальные в указанной работе. В то же время следует указать на работу Сиворда [83], где указывается, что фон для Европы для *N. physodes* составляет 15 мкг/г, что согласуется с нашими данными.

Во многих работах по накоплению тяжелых металлов обращается внимание на то, что мхи аккумулируют их больше, чем лишайники. Рюлинг и Тюлер [74–77], а также Гродзинска [41] использовали для анализа содержания металлов мох *Nylosotium splendens*. Полученные нами данные показывают также, что этот мох вполне пригоден для мониторинга тяжелых металлов. В табл. 11 приведены данные о накоплении свинца в трех видах мхов и сравнивается содержание этого элемента в образцах, собранных в северо-восточном сланцевом бассейне ЭССР и на островах Сааремаа и Вильсанди. Данные отчетливо показывают, что в западной части Эстонской ССР содержание свинца в изученных мхах больше, чем в северо-восточной промышленной части республики. Это указывает на возможный атмосферный перенос тяжелых металлов западными ветрами. Такое предположение подтверждается также тем, что в почвах, собранных в тех же местах в обоих районах, содержание свинца больше в сланцевом бассейне. То же говорят и рассчитанные коэффициенты биологического поглощения свинца:

	Остров Сааремаа	Северо-Восточная Эстония
<i>N. splendens</i>	0,56	0,029
<i>P. schreberi</i>	0,49	0,02
<i>R. triguetrus</i>	0,37	0,20

Т а б л и ц а 10

Содержание свинца в *Nurogymnia physodes* на профиле Пушино—о-в Вильсанди

Место сбора	Содержание Pb $\mu\text{г/г}$ сухого вещества
Пушино (Моск. обл.)	12
Довин (Новгород. обл.)	18
Новоселки (Псков. обл.)	19
Ээбику (Юж. Эстония)	5
Нац. парк Лахемаа (Сев. Эстония)	7
Зап. Вильсанди (Зап. Эстония)	9,9–17,31 ¹

¹ Химические анализы проведены кафедрой неорганической химии Таллинского политехнического института.

Т а б л и ц а 11

Содержание свинца во мхах, собранных в различных районах Эстонской ССР ($\mu\text{г/г}$ сухого веса)

Вид	Северо-Вост. Эстония	Остров Сааремаа	Остров Вильсанди	
			1979*	1981–1982*
<i>Hylocomium splendens</i>	4,30 ¹	8,86 ²	8,8–18	13,1–24,5*
<i>Pleurozium schreberi</i>	4,33	7,74	7,9–9,6	7,0–41,6
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	4,48	5,9	6,5–9,2	14,0–69,9

¹ Образцы анализированы в секторе морской химии Института термо- и электрофизики АН ЭССР (дог. № 4–80).

² Образцы анализированы на кафедре неорганической химии Таллинского политехнического института.

Если сравнить полученные нами данные о содержании свинца с опубликованными для Юго-Восточной Швеции [32] для *H. splendens* и *P. schreberi* (соответственно 46,1 и 35,5 $\mu\text{г/г}$), то выявляется примерно пятикратная разница.

Из тяжелых металлов ртуть является одним из наиболее токсичных и ее концентрация увеличивается пропорционально с развитием индустриализации [79]. Мхи поглощают ртуть главным образом из субстрата [47, 60], в то же время лишайники, особенно эпифиты, являются хорошими индикаторами ртути, переносимой атмосферным воздухом [61, 86]. Лодениус [60], изучая содержание ртути в *Nurogymnia physodes* по всей Финляндии, установил для этого лишайника фоновое содержание $0,233 \pm \pm 0,076$ ppm. В то же время им показано уменьшение концентрации ртути в зависимости от удаления от источника загрязнения. На расстоянии даже 54 км было обнаружено содержание ртути, превышающее среднее значение плюс стандартные отклонения. Для Норвегии Стейнес и Крэг [86] определили в качестве фонового значения для *H. physodes* 0,29–0,40 ppm, а максимальное содержание ртути в условиях значительного загрязнения было 1,3–1,4 ppm. В Юго-Восточной Финляндии Лодениус и Лааксовирта [61] получили в *H. physodes* концентрации 0,13–0,87 ppm ртути, причем макси-

Таблица 12

Фоновое содержание ртути в эпифитном лишайнике *Hyrogymnia physodes* на меридиональном профиле через Восточную Европу [5, 60, 61, 65]

Место	Содержание Hg в ppm сухого веса
Пушино (Моск. обл.)	0,20
Приокско-террасный заповедник (Моск. обл.)	0,21
Нац. парк Лахемаа (север ЭССР)	0,15
Вильсандиский заповедник (за- пад ЭССР)	0,25-0,33 ¹
Южная Финляндия	0,261 ± 0,066
Юго-Восточная Финляндия	0,13
Средняя Финляндия	0,192 ± 0,59
Северная Финляндия	0,193 ± 0,057
Норвегия	0,29-0,40

¹ Образцы анализированы на кафедре неорганической химии Таллинского политехнического института.

мальные концентрации определялись в образцах собранных около завода, выбрасывающего около 200 кг ртути в год.

Фоновые содержания ртути в *H. physodes* для Восточной Европы приведены в табл. 12. Данные, характеризующие фоновые значения ртути, довольно близки на достаточно большой территории. Региональные различия могут быть объяснены направлениями господствующих ветров, как это показано в работах финских исследователей [60, 61].

Анализ обширной литературы и фактических данных по биогеохимической индикации изменений окружающей среды споровыми растениями позволяет сделать некоторые выводы:

1. Споровые растения (мхи и лишайники), обладая специфическими механизмами минерального питания, водного и газового обмена, способны накапливать из окружающей среды различные загрязнители в зависимости от их содержания в ней.

2. Различные загрязнители (двуокись серы, фториды, тяжелые металлы и др.) накапливаются мхами и лишайниками из окружающей среды непосредственно и селективно, это позволяет выбрать для каждого конкретно загрязнителя наиболее эффективные индикаторные виды.

3. Мхи и лишайники позволяют оценить количество и характер распространения загрязнителей во времени и пространстве.

4. Накопленные мхами и лишайниками загрязнители могут быть анализированы химическими и физическими методами.

5. Споровые растения реагируют по-разному на различное загрязнение и могут быть индикаторами общего характера (кислотное и щелочное) загрязнения и эвтрофикации окружающей среды.

6. Споровые растения являются хорошими объектами экологического и биогеохимического картирования.

7. Споровые растения одновременно чувствительны к различным загрязнителям, что затрудняет индикацию при сложном загрязнении.

8. Селективность накопления и различная токситолерантность мхов и лишайников требуют применения большого количества видов при индикационных работах, в то же время полевая идентификация большинства видов, особенно угнетенных, практически невозможна.

9. Пока неизвестны многие стороны физиологии лишайников и мхов, связанные с воздействием загрязнителей и выживанием (токситолерантностью), что затрудняет интерпретацию индикационных данных.

10. Различия в отборе образцов и в методиках химического анализа затрудняют сравнение данных, полученных разными исследователями.

А B S T R A C T

The role of the sporous plants (algae, lichens, moss) in the biogeochemical cycles of the matter in the biosphere is highlighted. On the basis of numerous published data and author's research it is shown that lichens and moss fulfill a concentration function in the biosphere. They accumulate technogenic products such as industrial atmospheric rejections (nitrogen and sulphur oxides) and heavy metals. These features of the sporous plants allow using them as the biogeochemical tracers of the environmental pollution.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Берзиня А.Я., Берина Д.Ж. Использование химического состава мхов и лишайников для индикации низких уровней загрязнения. — В кн.: Лихеноиндикация состояния окружающей среды. Таллин, 1978, с. 65–68.
2. Вернадский В.И. Биосфера (Избранные труды по биогеохимии). М.: Мысль, 1967. 374 с.
3. Вернадский В.И. Живое вещество. М.: Наука, 1978. 358 с.
4. Гренштейн С. Мхи *Ceratodon purpureus* и *Nurpum cupressiforme* как аккумуляторы серы. — В кн.: Биогеохимические аспекты криптоиндикации. Таллин, 1982, с. 31–32.
5. Золотарева Б.Н., Скрипниченко И.И., Мартин Ю.Л. Лишайники — индикаторы загрязнения среды тяжелыми металлами. — Природа, 1981, № 1, с. 86–88.
6. Ковда В.А. Биогеохимические циклы в природе и их нарушение человеком. — В кн.: Биогеохимические циклы в биосфере. М.: Наука, 1976, с. 19–85.
7. Ковда В.А. Вклад В.В. Докучаева в науку и сельское хозяйство. Пущино, 1983. 16 с.
8. Мартин Ю.Л. О закономерностях высотного распространения лишайников в высокогорьях. — Учен. зап. ТГУ, т. 211, сер. Тр. по бот. 1968, № 8, с. 115–129.
9. Мартин Ю.Л. Лихенометрическая индикация времени обнажения каменистого субстрата. — Экология, 1970, № 5, с. 16–24.
10. Мартин Ю.Л. Лихеноиндикация состояния окружающей среды. — В кн.: Взаимодействие лесных экосистем и атмосферных загрязнителей. Таллин, с. 27–47.
11. Мартин Ю.Л., Назаров А.Г. Биогеохимические аспекты метода лихеноиндикации. — В кн.: Лихеноиндикация состояния окружающей среды. Таллин, 1978, с. 19–23.
12. Нильсон Э.М., Мартин Л.Н. Эпифитные лишайники в условиях кислого и щелочного загрязнения. — В кн.: Взаимодействие лесных экосистем и атмосферных загрязнений. Таллин, 1982, с. 88–100.
13. Нифонтова М.Г., Куликов Н.В. О накоплении стронция-90 и цезия-137 лишайниками в природных условиях. — Экология, 1977, № 3, с. 93–96.
14. Нифонтова М.Г., Куликов Н.В., Лебедева А.В., Обухова Л.М. Накопление лишайниками некоторых радионуклидов и стабильных химических элементов в природных условиях. — В кн.: Лихеноиндикация состояния окружающей среды. Таллин, 1978, с. 69–71.
15. Парибок Т.А., Сазыкина Н.А., Золотарева Б.Н., Топорский В.Н. Мхи как индикато-

- ры загрязнения среды металлами в сравнении с другими растениями. — В кн.: Биогеохимические аспекты криптоиндикации. Таллин, 1982, с. 27–28.
16. Пуннинг Я.-М., Пуннинг К. Концентрация серы в лишайниках как критерий возраста их жизнедеятельности. — В кн.: Лишеноиндикация состояния окружающей среды. Таллин, 1978, с. 75–79.
 17. Пуннинг Я.-М., Пуннинг К., Раукас А.В. Методы датирования четвертичных образований в целях палеогеографических реконструкций. — В кн.: Итоги науки и техники. Геоморфология, 1983, т. 7, с. 183.
 18. Тамм К., Каннукене Л. Мхи как аккумуляторы некоторых химических элементов. — В кн.: Лишеноиндикация состояния окружающей среды. Таллин, 1978, с. 31–37.
 19. Baddeley M.S., Ferry B.W., Finegan E.J. The effects of sulphur dioxide on lichen respiration. — *Lichenologist*, 1972, N 5, p. 283–291.
 20. Baddeley M.S., Ferry B.W., Finegan E.J. Sulphur dioxide and respiration in lichens. — In: *Air pollution and lichens*/ Eds. B.W.Ferry et al. L., 1973, p. 299–313.
 21. Barkman J.J. Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. L., 1958. 628 p.
 22. Bioaccumulation of mercury: Dep. of environ. conservation, Univ. of Helsinki. 1982. 84 p.
 23. Brodo I.M. Substrate ecology. — In: *The lichens*/ Eds. V.Ahmadjian, M.E.Hale. N.Y.; L.: Acad. press, 1973, p. 401–442.
 24. Brown D.H. The lichen flora of the lead mines at Charterhouse, Mendip Hills. — *Proc. Crostol Nat. Soc.*, 1956, N 32, p. 267–274.
 25. Brown D.H. Mineral uptake by lichens. — In: *Lichenology: progress and problems*/ Ed. D.H.Drown. N.Y.: Acad. press, 1976, p. 419–439.
 26. Brown D.H., Slingsby D.R. The cellular location of lead and potassium in the lichen *Cladonia rangiformis* (L.) Hoffm. — *New Phytol.*, 1900–1956, N 71, p. 297–305.
 27. Burkitt A., Lester P., Nickless G. Distribution of heavy metals in the vicinity of an industrial complex. — *Nature*, 1972, N 238, p. 327–328.
 28. Case J.W., Krouse H.R. Variation in sulphur content and stable sulphur isotope composition of vegetation near a SO₂ source at Fox Creek, Alberta, Canada. — *Oecologia*, 1980, vol. 44, p. 248.
 29. Ellison G., Newham J., Pinchin M.J., Thompson I. Heavy metal content of mosses in the regions of Consett (North East England). — *Environ. Pollut.*, 1976, vol. 11, p. 167–174.
 30. Eversman S. Lichens as predictors and indicators of air pollution from coal-fired plant emissions. — In: *US EPA. Report "The bioenvironmental impact of a coal-fired power plant"*. N.-Y., 1976, p. 91–98.
 31. Ferry B.W., Baddeley M.S. Sulphur dioxide uptake in lichens. — In: *Lichenology: progress and problems*/ Ed. D.L.Brown et al., L.: Acad. press, 1976, p. 407–418.
 32. Fokleson L. Interspecies calibration of heavy-metal concentration in nine mosses and lichens: applicability to deposition measurements. — *Water, Air and Soil Pollut.*, 1979, vol. 11, p. 253–260.
 33. Gilbert O.L. Lichens as indicators of air pollution in Tyne Valley. — In: *Ecology and industrial society*/ Ed. G.T.Goodman et al. Oxford, 1965, p. 35–47.
 34. Gilbert O.L. Bryophytes as indicators of air pollution in the Tyne Valley. — *New Phytol.*, 1968, vol. 67, p. 15–30.
 35. Gilbert O.L. The effect of SO₂ on lichens and bryophytes around Newcastle upon Tyne. — In: *Proc. Europ. Congr. on the influence of air pollution on plants and animals*. Wageningen, 1969, p. 223–226.
 36. Gilbert O.L. A biological scale for the estimation of sulphur dioxide pollution. — *New Phytol.*, 1970a, vol. 69, p. 629–634.
 37. Gilbert O.L. Further studies on the effect of sulphur dioxide on lichens and bryophytes. — *New Phytol.*, 1970b, vol. 69, p. 605–627.
 38. Gilbert O.L. Urban bryophyte communities in North-East England. — *Trans. Brit. Bryol.*, 1971, vol. 6, p. 306–316.
 39. Goodman G.T., Roberts T.M. Plants and soils as indicators of metal in the air. — *Nature*, 1971, vol. 231, p. 287–292.
 40. Grenstein S. Väävisisaldus kahes samblalligis Põhja – ja Lääne – Eestis. — In: *Diplomitöö TRÜ Taimestikemaatika ja geobotaanika kateeder*. Tartu, 1983, p. 65.
 41. Grodzinska K. Mosses as bioindicators of heavy metal pollution in Polish national parks. — *Water, Air and Soil Pollut.*, 1978, vol. 9, p. 83–97.

42. *Handey R., Overstreet R.* Uptake of carrier-free ^{137}Cs by *Ramalina reticulata*. – *Plant Physiol.*, 1968, vol. 43, p. 1401–1405.
43. *Hawsworth D.L., Rose F.* Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. – *Natura* (London), 1970, vol. 227, p. 145–148.
44. *Hawsworth D.L., Rose F.* Lichens as pollution monitors. – *E. Arnold Publ.*, 1976. 60 p.
45. *Hill D.J.* Experimental study of the effect of sulphite on lichens with reference to atmospheric pollution. – *New Phytol.*, 1971, N 70, p. 831–836.
46. *Hoffman G.R.* Bark samplers for use in air pollution – epiphytic cryptogam studies. – *Bryologist*, 1974, N 74, p. 490–493.
47. *Huckabee J.W.* Mosses: sensitive indicators of airborne mercury pollution. – *Atmos. Environ.*, 1973, vol. 7, p. 749–754.
48. *James P.W.* The effect of air pollutants other than hydrogen fluoride and sulphur dioxide on lichens. – In: *Air pollution and lichens*/ Ed. B.W.Ferry et al. L.: Univ. of London, Athlone press, 1973, p. 143–175.
49. *Jenkins D.A., Davis R.I.* Trace element content of organic accumulations. – *Nature* (London), 1966, vol. 210, p. 1296–1297.
50. *Jahnsen J., Rasmussen L.* Retrospective study (1944–1976) of heavy metals in the epiphyte *Pterogonium gracile* collected from one phorophyte. – *Bryologist*, 1977, vol. 80, p. 625–629.
51. *Johnsen J., Sochting U.* Influence of air pollution on the epiphytic lichen vegetation and bark properties of deciduous trees in the Copenhagen area. – *Oikos*, 1973, N 24, p. 344–351.
52. *Kuziel S.* The ratio K to Ca in thalli of several species of lichens occurring on various trees. – *Acta Soc. bot. pol.*, 1973, N 42, p. 63–71.
53. *Laaksovirta K., Olkkonen H., Alakuijala P.* Observations on the lead content of lichen and bark adjacent to a highway in southern Finland. – *Environ. Pollut.*, 1976, vol. 11, p. 247–255.
54. *Lambinon T., Maguinay A., Ramant J.L.* La teneur en zinc de quelques lichens des terrains Calaminaires Belges. – *Bull. Jard. bot. Etat. Brux.*, 1964, vol. 34, p. 273–282.
55. *Lange O.L., Ziegler H.* Der schwermetallgehalt von Flechten aus dem Acarosporetum sinopicae an Erzschlachtenhalden des Harzes. I. Eisen und Kupfer. – *Mitt. flor-soz. Arb. Gemein. N.F.*, 1963, N 10, S. 156–183.
56. *Lawrey J.D., Hale M.E., jun.* Retrospective study of lichen lead accumulation in the Northeastern United States. – *Bryologist*, 1981, vol. 84, 4, p. 449–456.
57. *LeBlanc F., Rao D.N.* Effects of sulphur dioxide on lichen and moss transplants. – *Ecology*, 1972, vol. 54, p. 612–617.
58. *Le Roy L.W., Koksoy M.* The lichen – a possible plant medium for mineral exploration. – *Econ. Geol.* 1962, vol. 57, p. 107–111.
59. *Little P., Martin M.H.* Biological monitoring of heavy metal pollution. – *Environ. Pollut.*, 1974, N 6, p. 1–19.
60. *Lodenius M.* Regional distribution of mercury on *Hypogymnia physodes* in Finland. – *Ambio*, 1981, N 4, p. 183–184.
61. *Lodenius M., Laaksovirta K.* Mercury content of *Hypogymnia physodes* and pine needles affected by a chlor-alkali works at Kuusankoski, SE Finland. – *Ann. bot. fenn.*, 1979, N 16, p. 7–10.
62. *Lounamaa K.J.* Trace elements in plants growing wild on different rocks in Finland. A semi-quantitative spectrographic survey. – *Ann. bot. Soc. zool.-bot. fenn. "Vanamo"*, 1956, 29, p. 1–196.
63. *Lulman P.D., Fessenden R.J., McKinnon S.A.* Lichens as air quality monitors. – In: *Symp. on effects of air pollutants on Mediterranean and temperate forest ecosystems.* Riverside: USDA Forest Serv., 1977, p. 241–266.
64. *Manning W.J., Feder W.A.* Biomonitoring air pollutants with plants. L.: Appl. sci. publ. LTD, 1980. 142 p. (Pollution monitoring series).
65. *Martin J.* Lichen indication studies in the Estonian SSR. – In: *Anthropogenous changes in the plant cover of Estonia.* Tartu, 1981, p. 108–125.
66. *Micović V.M., Stefanović V.D.* Studies in chemical composition of Yugoslav lichens. I. Parallel studies on the chemical composition of the ash of some Yugoslav lichens and of the ash of oak bark. – *Bull. Acad. Serbe Sci. Cl. Sci. math.-nat.*, 1961, N 26, p. 113–117.

67. Nash T.H. Sensitivity of lichens to sulphur dioxide. — *Bryologist*, 1973, N 76, p. 333–339.
68. Nieboer E., Ahmed H.M., Puckett K.J., Richardson D.H. Heavy metal content of lichens in relation to distance from a nickel smelter in Sudbury, Ontario. — *Lichenologist*, 1972, N 5, p. 292–304.
69. Olkkonen H., Takala K. Total sulphur content of an epiphytic lichen as an index of air pollution and the usefulness of the X-ray fluorescens method in sulphur determinations — *Ann. bot. fenn.*, 1975, N 12, p. 131–134.
70. Pilegaard K. Airborne metals and SO₂ monitored by epiphytic lichens in an industrial area. — *Environ. Pollut.*, 1978, N 17, p. 81–92.
71. Puckett K.J., Tomassini F.D., Nieboer E., Richardson D.H.S. Potassium efflux by lichen thalli following exposure to aqueous sulphur dioxide. — *New Phytol.*, 1977, N 79, p. 135–145.
72. Puckett K.J., Nieboer E., Gorzinski M.J., Richardson G.H. The uptake of metal ions by lichens: a modified ion-exchange process. — *New Phytol.*, 1973, vol. 72, p. 329–342.
73. Richardson D.H.S., Puckett K.J. Sulphur dioxide and photosynthesis in lichens. — In: *Air pollution and lichens*/Ed. B.W. Ferry et al.: Toronto, Univ. Toronto press, 1973, p. 283–298.
74. Rühling A., Tyler G. An ecological approach to the lead problem. — *Bot. notis.*, 1968, N 121, p. 321–324.
75. Rühling A., Tyler G. Ecology of heavy metals — a regional and historical study. — *Bot. notis.*, 1969, N 122, p. 248–259.
76. Rühling A., Tyler G. Sorption and retention of heavy metals in the woodland moss *Hylocomium splendens* (Hedw.) Br. et Sch. — *Oikos*, 1970, N 21, p. 92–97.
77. Rühling A., Tyler G. Heavy metal deposition in Scandinavia. — *Water, Air and Soil Pollut.*, 1973, N 3, p. 445–455.
78. Rao D.N., Robitaille G., LeBlanc F. Influence of heavy metal pollution on lichens and bryophytes. — *J. Hattori Bot. Lab.*, 1977, N 42, p. 213–239.
79. Rasmussen L. Epiphytic bryophytes as indicators of the changes in the background levels of airborne metals from 1951–75. — *Environ. Pollut.*, 1977, N 14, p. 37–45.
80. Roman T., Volkmar W. Über die SO₂ — empfindlichkeit einiger Moose. — *Bryologist*, 1978, N 2, p. 187–193.
81. Seaward M.R.D. Lichen ecology of the Scunthorpe heatlands. I. Mineral accumulation. — *Lichenologist*, 1973, N 5, p. 423–433.
82. Seaward M.R.D. Some observations on heavy metal toxicity and tolerance in lichens. — *Lichenologist*, 1975, N 6, p. 158–164.
83. Seaward M.R.D., Bylinska E.A., Goyal R. Heavy metal content of *Umbilicaria* species from the Sudety region of SW Poland. — *Oikos*, 1981, N 36, p. 107–113.
84. Sheridan R.P., Sanderson C., Kerr R. Effects of pulp mill emission on lichens in the Missoula Valley, Montana. — *Bryologist*, 1976, N 79, p. 248–252.
85. Showman R.E. Residual effects of sulphur dioxide on net photosynthetic and respiratory rates of lichen thalli and cultured lichen symbionts. — *Bryologist*, 1972, N 75, p. 335–341.
86. Steinnes E., Krog H. Mercury, arsenic and selenium fall-out from an industrial complex studied by means of lichen transplants. — *Oikos*, 1976, N 28, p. 160–164.
87. Sundström K.R., Hallgren J.E. Using lichens as physiological indicators of sulphureous pollutants. — *Ambio*, 1973, vol. 2, N 1/2, p. 13–21.
88. Tomassini F.D., Lavoie P., Puckett K.J. et al. The effect of time of exposure to sulphur dioxide on potassium ion loss from and photosynthesis in the lichen *Cladonia rangiferina* (L.) Harm. — *New Phytol.*, 1977, N 79, p. 147–155.
89. Tomassini F.D., Puckett K.J., Nieboer E. et al. Determination of copper, iron, nickel and sulphur by X-ray fluorescens in lichens from the Mackenzie Valley Northwest Territories, and the Sudbury District, Ontario. — *Canad. J. Bot.*, 1976, N 54, p. 1591–1603.
90. Tuominen Y. Studies on the strontium uptake of the *Cladonia alpestris* thallus. — *Ann. bot. fenn.*, 1967, N 4, p. 1–28.
91. Türk R., Wirth V., Lange O.L. CO₂ — Gaswechsel—untersuchungen zur SO₂ — resistenz von Flechten. — *Oecologia* (Berlin), 1974, N 5, p. 33–64.
92. Will-Wolf S. Effects of a "clean" coal-fired power generating station on four common Wisconsin lichen species. — *Bryologist*, 1980, N 83, p. 296–300.

БИОСФЕРА И ЕЕ ТРОФОСФЕРА

Биосфера представляет собой ту часть поверхности Земли, которая связана с деятельностью живых систем. В нее входят как сами живые системы, так и продукты их жизнедеятельности. Ясно, что живые системы, представляющие собой активную силу, действующую сегодня, составляют лишь сравнительно небольшую часть биосферы, которая сформировалась в современном виде на протяжении миллиардов лет.

Часть биосферы организована как система рециркуляций, или круговоротов, в которых некоторые неорганические компоненты включены в биологические системы как таковые. Как известно, многие неорганические вещества превращаются в органические и проходят ряд превращений в метаболических звеньях так называемых пищевых (трофических) цепей, а затем в идеальных случаях возвращаются в метаболические звенья компонентов круговорота.

Следует обратить внимание на несколько аксиоматических положений:

1) в основе энергетики жизни и образования органических веществ лежит использование преимущественно солнечной энергии и процессов фотосинтеза; 2) основная часть энергии расходуется в результате метаболизма в самих так называемых автотрофных организмах; 3) часть аккумулированного материала (примерно 10%) передается в следующее звено трофической цепи и т.д. Следовательно, лишь небольшая часть энергии, накопленной в органических веществах, передается по трофическим цепям. Однако именно эта неметаболизируемая часть и является самой важной, так как она определяет состав биосферы, ее гомеостаз и многие другие свойства.

Понимание живой части биосферы как области, состоящей из различных трофоценозов с их цепными и сетевыми связями, обеспечивающими циркуляцию веществ и энергии, открывает новые возможности для решения проблем охраны окружающей среды и поддержания экологического равновесия путем анализа пищевых соотношений и их сохранения. В некоторых случаях при нарушении трофических цепей возможно их восстановление путем включения недостающих звеньев.

В то время когда В.И. Вернадский создавал свою великую концепцию биосферы, представление о трофических цепях базировалось на упрощенных и неполных знаниях, что не позволило дать систематического описания механизмов ассимиляции пищи. В настоящее время благодаря достижениям биологии последних лет представляется возможным описать все процессы, происходящие в трофических цепях на основании трех типов пищеварения и трех типов транспорта.

ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ АССИМИЛЯЦИИ ПИЩЕВЫХ ВЕЩЕСТВ

Ассимиляция пищевых веществ организмов включает в себя три основных этапа: 1) контакт с пищевыми субстратами (пассивный или активный); 2) расщепление пищевых субстратов или иной способ превращения их в ассимилируемую форму; 3) транспорт ассимилируемых веществ в

клетки и внутренние среды. (Вслед за ассимиляцией следует комплекс процессов, объединяемых под названием интермедиарный обмен, с его многочисленными транспортными, синтетическими, катаболическими и другими трансформациями.) Каждый из этих этапов может иметь разное выражение, что особенно касается первого из них, который часто обозначается как добывание пищи, поглощение пищи и т.д. Второй этап реализуется за счет трех основных типов пищеварения — внеклеточного, внутриклеточного и мембранного (рис. 1).

Внеклеточное пищеварение характеризуется тем, что синтезированные секреторными клетками ферменты выделяются во внеклеточную среду, где реализуется их гидролитический эффект. У большинства высокоорганизованных животных и человека секреторные клетки расположены достаточно далеко от места действия ферментов, поэтому принято говорить о дистантном пищеварении. Внеклеточное дистантное пищеварение, происходящее в специальных полостях, обозначается как полостное. Дистантное пищеварение может происходить и за пределами организма, продуцирующего ферменты, что характерно для многих паразитических форм, некоторых насекомых и ряда бактерий. При внеклеточном пищеварении ферменты растворены в жидкой фазе и их распределение определяется законами теплового движения. В связи с этим возможна любая ориентация активных центров ферментов по отношению к субстратам, а структурная организация ферментных систем ограничена или невозможна. Такая гибкость ориентации способствует расщеплению сложных молекул субстратов и надмолекулярных агрегаций.

Термином "внутриклеточное пищеварение" обозначаются все случаи, когда нерасщепленный или частично расщепленный субстрат проникает внутрь клетки, где подвергается гидролизу ферментами цитоплазмы, не выделяемыми за пределы клетки. Различаются два типа внутриклеточного пищеварения. Первый тип связан с транспортом небольших молекул через клеточные мембраны и последующим гидролизом ферментами цитозоля. Второй тип в большинстве случаев связан с участием лизосом, которые содержат широкий набор гидролитических ферментов. В этом случае субстраты поступают в клетки путем пиноцитоза или фагоцитоза, объединяемых под названием эндоцитоза. Соединяясь с пиноцитозными или фагоцитозными вакуолями, лизосомы образуют фагосомы, где происходит гидролиз соответствующих субстратов. Образовавшиеся продукты гидролиза всасываются через мембрану фагосом, которая после завершения пищеварительного цикла выбрасывается за пределы клетки путем экзоцитоза. Внутриклеточное пищеварение лимитировано проницаемостью мембраны и процессами эндоцитоза. Последние характеризуются низкой скоростью и, по-видимому, не могут играть существенной роли в обеспечении нутритивных потребностей высших организмов.

Мембранное пищеварение пространственно занимает промежуточное положение между вне- и внутриклеточным пищеварением и осуществляется ферментами, ассоциированными со структурами клеточной мембраны (у высших животных и человека — с апикальной поверхностью энтероцитов). Ферменты, реализующие мембранное пищеварение, происходят из двух источников: 1) адсорбированные из полости тонкой кишки преимущественно панкреатические ферменты; 2) собственно кишечные

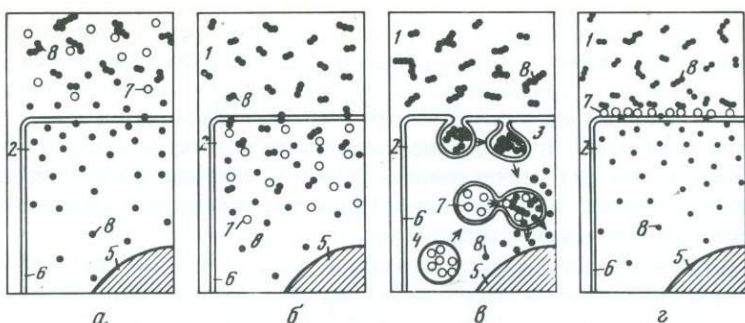


Рис. 1. Схема абстрактной клетки, иллюстрирующая основные типы пищеварения (По: [25])

Пищеварение: а – внеклеточное дистантное, б – внутриклеточное цитоплазматическое, в – внутриклеточное вакуолярное или внеплазматическое, связанное с эндоцитозом – фагоцитозом или пиноцитозом, г – мембранное, 1 – внеклеточная среда, 2 – внутриклеточная среда, 3 – внутриклеточная пищеварительная вакуоль, 4 – лизосома, 5 – ядро, 6 – мембрана, 7 – ферменты, 8 – субстраты и продукты их гидролиза

ферменты, синтезированные энтероцитами и включенные в состав апикальной мембраны. Активные центры этих ферментов ориентированы определенным образом по отношению к мембране и водной фазе. Их свободная ориентация относительно субстратов невозможна. Этим мембранное пищеварение существенно отличается от полостного и внутриклеточного типов, если последнее происходит в фагосомах. Мембранное пищеварение мало эффективно при расщеплении крупных молекул и надмолекулярных агрегаций. Этот механизм является основным в реализации промежуточных и финальных стадий гидролиза пищевых веществ. Кроме того, мембранное пищеварение обеспечивает совершенную интеграцию пищеварительных и транспортных процессов.

Все три типа пищеварения существуют на всех уровнях организации живых систем и лишь комбинируются между собой, меняют свою локализацию, относительную роль и т.д.

Точно также установлено три основных типа переноса пищевых веществ во внутренние среды организма. Один из них – эндоцитоз (пиноцитоз и фагоцитоз), другой – пассивная диффузия из окружающей среды внутрь организма через внешние покровы. (Этот тип обозначается в кругах биологов как осмотическое питание.) Наконец, третий тип – транспорт с помощью переносчиков (транспортёров).

Все перечисленные механизмы справедливы для организмов, стоящих на разных уровнях развития: от примитивных прокариотов до высших эукариотов.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ИНДУЦИРОВАННОГО АУТОЛИЗА [17, 18, 23]

Ранее нами было высказано предположение о важной роли так называемого индуцированного аутолиза, или аутолитического пищеварения. Согласно нашей гипотезе, этот тип пищеварения является наиболее древним механизмом начальной переработки пищевых веществ у многоклеточных организмов. Оно реализуется собственными ферментами пищевого объек-

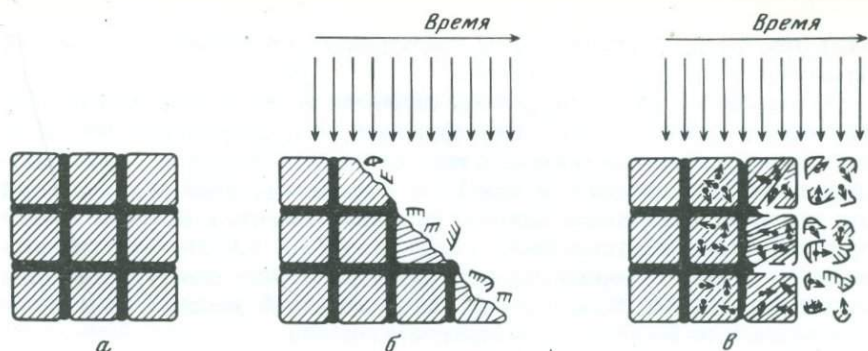


Рис. 2. Схема деградации многослойной ткани за счет ферментов пищеварительного сока и индуцированный аутолиз ткани собственными ферментами

а — интактная ткань пищевого объекта, б — постепенное послойное разрушение ткани ферментами пищеварительного сока, в — быстрое разрушение различных слоев ткани за счет проникновения индукторов и собственных ферментов клеток

та, а пищеварительные секреты хозяина создают благоприятные условия для их действия. Однако до последнего времени считалось, что аутолиз играет незначительную роль в общем пищеварительном процессе, так как начальные этапы пищеварения осуществляются в основном в полости желудочно-кишечного тракта секретлируемыми ферментами хозяина, а заключительные — в результате мембранного пищеварения.

Таким образом, было важно установить относительную роль ферментов хозяина и пищевого объекта в начальных этапах гидролиза пищевых веществ при питании в естественных условиях. Особенно трудно было интерпретировать питание хищников, у которых происходит переваривание довольно больших порций мяса, что создает малое отношение поверхность/масса и невыгодно для ферментов желудочного сока, действующих на поверхности пищевого образца.

Индуктированный аутолиз, при котором объект питания в естественных условиях обеспечивает собственное переваривание и усвоение, был обнаружен нами более 10 лет тому назад.

Считается, что во взаимоотношениях удава и его жертвы существует загадочный момент: каким образом переваривается проглоченная целиком жертва? Действительно, поверхность контакта ее с ферментами желудка удава сравнительно мала, так как пищевой объект не раздроблен. Далее, принято думать, что нативные белки гидролизуются примерно на порядок медленнее, чем денатурированные, что служит основой современных представлений о важности термической обработки пищи.

В модельных экспериментах, проведенных В.А. Цветковой и автором данной статьи, названных нами "маленький искусственный удав", в камеру, заполненную желудочным соком собаки или человека, помещались "сырая" лягушка и лягушка, подвергнутая термической обработке. В первые несколько часов было получено подтверждение общепринятых взглядов, так как гидролиз сухожилий происходил у объекта, подвергнутого термической обработке, быстрее, чем у нативного. Однако в течение последующих двух-трех дней наблюдалось полное растворение "сырой" лягуш-

ки, в том числе ее скелета, тогда как структуры лягушки, подвергнутой термической обработке, сохранялись.

В дальнейшем было проведено систематическое исследование этого феномена и сейчас можно предварительно охарактеризовать его механизм (рис. 2). Суть заключается в том, что желудочный сок хищника индуцирует самопереваривание жертвы ее же ферментами. Кислый желудочный сок вызывает разрушение лизосом пищевого объекта и выход в клетку гидролаз, разрушающих все ее структуры при pH 3,5–5,5. Это было подтверждено в опытах с перевариванием нативных тканей денатурированным желудочным соком. По-видимому, такой механизм реализуется не только у хищных, но и у растительноядных организмов.

Таким образом, пищеварительные ферменты хозяина дополняют индуцированный аутолиз пищевого объекта. Представления об индуцированном аутолизе позволяют глубже понять механизмы естественного переваривания и усвоения пищи без ее предварительной термической обработки. Однако главное заключается в том, что представления об индуцированном аутолизе дают возможность лучше охарактеризовать приспособление последовательных партнеров в трофической цепи.

ЕДИНСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЛОКОВ НА РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВЫХ СИСТЕМ

[1, 4, 9, 16, 22, 24, 25, 27, 28, 31, 36–38]

Свойства ассимиляторных систем на макромолекулярном уровне поражают своим единообразием. Так, например, пищеварительные гидролазы чрезвычайно близки по своей молекулярной структуре (включая организацию активного центра) не только у метазоа и протозоа, но и у эукариотов и прокариотов. Близки или идентичны принципы построения трансмембранного переноса пищевых веществ у представителей всех царств бионта. При этом механизмы, обнаруженные у наиболее примитивных форм, также совершенны, как у растений и высших животных.

Однако сейчас становится все более ясным, что перенос биомассы вдоль трофических цепей обусловлен не только идентичностью во всем мире строительных "кирпичей" (моносахаридов, аминокислот, оснований нуклеиновых кислот и т.д.) бионта, но и тем, что эти "кирпичи" сформированы в специальные полимерные цепи по общему принципу.

Таким образом, поразительное разнообразие живых систем сочетается с единством всех известных до настоящего времени бионта на уровне "кирпичей", из которых сложены живые системы. В биологии прошлого века такое единство рассматривалось на уровне клеточных структур организмов. Однако существует большое сходство и на уровне субклеточных органелл. Успехи современной химии и молекулярной биологии позволили утверждать, что единство живых систем проявляется также на молекулярном уровне — на уровне строительных и на уровне функциональных блоков. Под строительными блоками, как уже отмечено выше, подразумеваются простые органические молекулы типа аминокислот, моносахаридов, оснований нуклеиновых кислот и т.д., из которых состоят макромолекулы. Под функциональными блоками имеются в виду макромолеку-

лярные комплексы или макромолекулы, выполняющие элементарные физиологические функции.

Интересно, что сложная система хранения, передачи и трансформации информации в конечном итоге связана с наличием четырех оснований нуклеиновых кислот. Все клеточные структуры и функции, осуществляемые клетками, обусловлены комбинациями 20 аминокислот. Можно было бы предположить, что указанное количество аминокислот возникло на ранних стадиях биогенеза и удерживалось до настоящего времени благодаря стабилизирующему действию естественного отбора. Однако, подобная точка зрения должна быть отброшена, так как экспериментальная проверка условий начального биогенеза показала, что первоначально существовало более 100 аминокислот и в процессе эволюции сохранились лишь некоторые из них. Почему это произошло? Точного ответа пока дать нельзя. Ясно лишь, что гетеротрофические последовательности (цепи) возможны при условии, если составные части всех элементов цепи будут хорошо скоординированы. Недостаток каких-либо незаменимых аминокислот должен приводить к гибели (быстрой или медленной) популяций, составляющих следующее звено трофической цепи.

Лишь достаточно хорошее соответствие строительных блоков может обеспечить эффективное функционирование трофических цепей в биосфере. По всей вероятности, те протобионты, которые частично или полностью были сконструированы из других строительных блоков, не могли включаться в трофические цепи биосферы и элиминировались в результате естественного отбора. Возможно, по этой причине не развилась и погибла жизнь, состоящая из правовращающих полиаминокислот.

"Трофологическая" гипотеза требует не только единства на уровне строительных "кирпичей", но и единства всех типов химических связей в полимерах. Единство структуры пищевых полимеров явилось основой сходства, а иногда и идентичности механизмов, реализующих их ассимиляцию у различных типов бионта.

СТРУКТУРА, ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ КРУГОВОРОТОВ И ТРОФИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ [4, 6, 8, 22-25, 27, 28, 31, 35]

Жизнь с самого начала своего возникновения сформировалась как цепной процесс. Что касается трофических цепей, то они формировались "с конца", т.е. с редуцентов, с организмов, которые превращали первичное абиотически синтезированное вещество в неорганическое. Предполагается, что синтезы различных биологических веществ возникали постепенно в результате выживания организмов, способных к синтезам, в том числе к фотосинтезам, и приспособляющихся к истощению запасов все большего числа органических молекул. Таким образом, постепенно в процессе эволюции происходило построение пищевой цепи, начиная с редуцентов и кончая фотозависимыми или минералзависимыми абиотрофами.

Возникает вопрос, может ли длительное время существовать мир автотрофов без гетеротрофов? При этом очевидно, что мир гетеротрофов без автотрофов долго существовать не может. Даже при наличии некоторого количества органических веществ, образовавшихся абиотическим путем

(например, вследствие вулканических синтезов на древней Земле), эти вещества должны были бы быстро исчерпаться, а лишённые пищи гетеротрофы — погибнуть.

Однако оказывается, что автотрофы также не могли бы существовать длительное время без гетеротроф. Действительно, накопление органического материала должно было привести к истощению запасов абиогенных элементов, из которых автотрофами синтезируется органический материал, и к изменению заполнения ниши обитания вследствие наполнения ее отмершими автотрофными организмами.

В огромном гомеостате, каким является биосфера, функции обратной связи выполняют гетеротрофные организмы. Другими словами, биосфера представляет собой биостат, где основная функция при современных условиях принадлежит трофологическим воздействиям. Таким образом, биосфера является трофостатом. Понятно, что этот огромный цикл возник на основе первичной гетеротрофии. Фотосинтез и хемосинтез, т.е. те явления, которые мы характеризуем как автотрофию, появились значительно позднее на сравнительно высоких уровнях развития.

Возникает вопрос, как сформировался первичный ассимиляторный аппарат гетеротрофов? Мы предложили первую в этом отношении гипотезу, суть которой сводится к тому, что первичная гетеротрофия возникла на основе использования гидролитических ферментов, первоначально обеспечивающих функции внутриклеточного гидролиза, связанного с перестройкой и мобилизацией собственных полимерных структур. На более высоких этапах эволюции появились автотрофы, организмы, по всей вероятности сходные с цианобактериями. В то же время образовалась система с обратной связью и с многими интересными свойствами гомеостата. Такая система могла совершенствоваться и заполнять трофические ниши, что было одним из наиболее важных путей эволюции живого.

Вместе с тем анализ этих явлений осложняется тем, что рассмотрение системы трофических отношений в мире бионта основывается на несовершенной классификации. Классификация бионта на автотрофов, гетеротрофов, организмов со смешанным питанием не представляется удачной. В самом деле, корректное определение процессов питания подразумевает, что питание является поглощением извне (т.е. ассимиляцией) веществ, необходимых для обеспечения жизнедеятельности и построения структур организма. Следовательно, каждый организм является гетеротрофом и не является автотрофом. Это тем более правильно, потому что эндотрофия представляет собой механизм питания, распространенный почти у всех организмов в те периоды, когда не существует доставки пищи извне или эта доставка ограничена.

Мы предложили классификацию бионта, основанную на внешних источниках питания в соответствии с их структурой, распределяя все живые организмы на шкале, в начале которой находятся полные абиотрофы, а в конце — полные биотрофы. Абиотрофами являются организмы, использующие в питании только неорганические компоненты, в том числе углекислоту, молекулярный азот, воду, соли и т.д. С этой точки зрения полные абиотрофы уникальны. (В настоящее время существуют лишь литотрофы, которые не играют большой роли в функционировании биосферы.) Растения оказываются фотозависимыми абиотрофами по всем компо-

нентам и биотрофами — по азотистым компонентам. Растительные и хищники представляют собой частичные биотрофы. Полными биотрофами, по-видимому, являются эмбриональные системы и паразитические структуры, которые все компоненты, включая воду и минеральные вещества, получают из организма. Такая классификация позволяет лучше понять перемещение организмов вдоль пищевых цепей, их переход от одного участка трофической цепи к другому — более высокому или более низкому.

Одним из следствий "трофологического" подхода является ясное понимание того, что процветание вида во многом определяется его положением в трофической цепи. Это положение обеспечивается эффективностью взаимодействий не только с предшествующими, но и с последующими членами цепи. Другими словами, существенную роль играет не только источник питания и его эффективное поглощение, но и поедаемость данного члена цепи.

МЕСТО В ТРОФИЧЕСКОЙ ЦЕПИ КАК НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ ПРОЦВЕТАНИЯ ВИДА [9, 23, 26]

В паре хищник—жертва свойства и численность популяции хищника и его жертвы находятся в строгой взаимной зависимости. При уменьшении численности популяции жертвы популяция хищника начинает вымирать. При благоприятных условиях питания популяция жертвы может увеличиться, что повлечет за собой увеличение также и популяции хищника. Когда увеличение популяции хищника достигнет максимума, тогда из-за уменьшения популяции жертвы наступает депрессия численности хищника.

Анализ свойств этой пары хорошо демонстрирует роль источника пищи и наличие обратной связи. Однако существует еще один важный механизм регуляции поедаемости, основанный не только на численности взаимодействующих популяций. Так, например, хищник "оберегает" вид, которым он питается. Морские звезды и офиуры имеют период физиологического голодания в один-два месяца, приуроченный к моменту оседания личинок пластинчатожаберных моллюсков — одного из основных пищевых объектов названных хищников. Масса личинок за время голодания хищника увеличивается на два-три порядка. Таким образом, хищник сохраняет источник своего питания. Примером взаимных адаптаций может служить и тот факт, что основным направлением эволюции взаимоотношений паразит—хозяин оказывается исчезновение вредных для хозяина последствий паразитизма или инфекционного воздействия и переход к нейтральным или часто симбиотным взаимоотношениям.

РЕЦИРКУЛЯЦИИ КАК ОСНОВНОЙ ПРИНЦИП ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ВСЕХ УРОВНЯХ ОРГАНИЗАЦИИ [13—15, 32, 39]

Классическая биология описывает функционирование систем в пределах организма как последовательный ряд линейных необратимых процессов с входом и выходом. Именно так представляется метаболизм организма в целом, например для гетеротрофов. При этом предполагается, что на вход подаются сложные органические вещества, которые используются для

разнообразных целей, постепенно разрушаясь до простых элементов, в частности CO_2 и H_2O , выделяющиеся в окружающую среду. Каждый из процессов промежуточного обмена может быть описан как некоторая цепь, например цепь окисления углеводов, цепь окисления жиров и т.д.

В действительности же на всех уровнях организации живых систем, а не только на уровнях экосистем и биосферы преобладают не линейные, а циклические процессы, что обеспечивает высокую эффективность, экономичность, регулируемость и надежность биологических систем. Примером молекулярного цикла является деятельность обычного фермента или транспортера. Примером рециклинга на уровне органа может служить рециркуляция, связанная с образованием мочи. Примером межорганной рециркуляции может быть энтерогепатическая циркуляция.

Долгое время считалось, что эти рециклинги являются уникальными. Однако в последнее время было показано, что существуют универсальные рециклинги, которые могут быть названы энтерогематической или гистогематической циркуляцией, циклом Кребса, энзимотранспортным циклом и т.д.

Внутриорганизменные циклы известны давно, и прежде всего на примере рециркуляции желчных кислот. Синтезированные в печени конъюгированные желчные кислоты секретируются в желудочно-кишечный тракт, где участвуют в эмульгировании жиров, активации липазы и т.д. Далее, они реабсорбируются в больших количествах в дистальных отделах тонкой кишки и вновь поступают в печень, чтобы быть вновь секретируемыми. Однако этот цикл не является строго замкнутым. Значительная часть конъюгированных желчных кислот деконъюгируется бактериями и утрачивает способность к активной абсорбции. Эти желчные кислоты поступают в толстую кишку, где подвергаются различным трансформациям и в значительных количествах выделяются в окружающую среду.

Широко изучены молекулярные рециклинги, в частности рециклинги, связанные с изменением и восстановлением молекулярной и пространственной структуры различных ферментов в процессе специфического катализа. В сущности, активность фермента представляет собой молекулярный цикл. Это же справедливо в отношении большинства других активных молекул, в частности транспортных, которые реализуют челночные (мобильные транспортеры) или конформационные (конформационные транспортеры) рециклинги.

* * *

В своем классическом труде "Биосфера" В.И. Вернадский писал, что на земной поверхности нет химической силы более постоянно действующей, а потому и более могущественной по своим конечным последствиям, чем живые организмы, взятые в целом [5]. Важно подчеркнуть, что живые организмы следует рассматривать не как сумму автономных сил, а как системы (в особенности трофические системы), в которых активности организмов и популяций включены в определенные взаимодействующие и взаимозависимые звенья. Механизмы и закономерности трофических взаимодействий являются одной из самых важных проблем трофологии — новой междисциплинарной науки [23] о процессах ассимиляции на всех уровнях организации живых систем (от клеточного до биосферного).

The article is concerned with nutrition chains in biosphere which form a peculiar shell-trophosphere. The main assimilation mechanisms of nutritive substances, unity of living systems at various structural and organization levels from the cell to biosphere as a whole are discussed.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аяяла Ф.Дж. Механизмы эволюции. — Журн. Всесоюз. Хим. о-ва им. Д.И. Менделеева, 1980, т. 25, № 3, с. 277–294.
2. Бабкин Б.П. Внешняя секреция пищеварительных желез. М.; Л.: Госиздат, 1927. 550 с.
3. Бабкин Б.П. Секреторный механизм пищеварительных желез. Л.: Медгиз, 1960. 777 с.
4. Биосфера /Ред. М.С. Гилярова. М.: Мир, 1972. 183 с.
5. Вернадский В.И. Биосфера (избранные труды по биогеохимии). М.: Мысль, 1967. 376 с.
6. Горшков В.Г. Энергетика биосферы. Л.: Изд-во ЛПИ, 1982. 79 с.
7. Коштоянц Х.С. Основы сравнительной физиологии. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. Т. 1. 254 с.
8. Мухин Л.М. Химическая эволюция. — Журн. Всесоюз. хим. о-ва им. Д.И. Менделеева, 1980, т. 25, № 4, с. 412–418.
9. Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.
10. Павлов И.П. (1897) Лекции о работе главных пищеварительных желез. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1961, с. 11–215. (Полн. собр. соч.; Т. 11. Кн. 2).
11. Покровский А.А., Тутельян В.А. Лизосомы. М.: Наука, 1976. 382 с.
12. Проссер Л., Браун Ф. Сравнительная физиология животных. М.: Мир, 1967. 766 с.
13. Руководство по физиологии. Физиология почки. Л.: Наука, 1972. 398 с.
14. Руководство по физиологии. Физиология пищеварения. Л.: Наука, 1974. 762 с.
15. Руководство по физиологии. Физиология всасывания. Л.: Наука, 1977. 667 с.
16. Степанов В.М. Эволюция белков. — Журн. Всесоюз. хим. о-ва им. Д.И. Менделеева, 1980, т. 25, № 3, с. 323–331.
17. Уголев А.М. Пищеварение и его приспособительная эволюция. М.: Высш. шк., 1961. 306 с.
18. Уголев А.М. Пристеночное (контактное) пищеварение. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1963. 170 с.
19. Уголев А.М. Физиология и патология пристеночного (контактного) пищеварения. Л.: Наука, 1967. 230 с.
20. Уголев А.М. Мембранное пищеварение. Полисубстратные процессы, организация и регуляция. Л.: Наука, 1972. 358 с.
21. Уголев А.М. (Ugolev A.M.). Membrane (contact) digestion. — In: Intestinal absorption, Biomembranes, v. 4A. Ed. by D.H. Smyth. L.; N.Y.: Plenum Press, 1974, p. 285–362.
22. Уголев А.М. Структурная и функциональная интеграция процессов мембранного гидролиза и транспорта (гипотеза "пермеома"). — Физиол. журн., 1977, т. 63, № 2, с. 181–190.
23. Уголев А.М. Трофология — новая междисциплинарная наука. — Вестник АН СССР, 1980, № 1, с. 50–61.
24. Уголев А.М. Гипотеза о возможности эволюции и специализации функций на основе рекомбинаций и транспозиции элементарных функциональных блоков. — Журн. эволюц. биохимии, физиологии, 1982, т. 18, № 1, с. 11–26.
25. Уголев А.М., Иезуитова Н.Н. (Ugolev A.M., Iezuitova N.N.). Membrane digestion and modern concepts of food assimilation. — World Rev. Nutr. Diet., 1982, v. 40, p. 113–187.
26. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980. 327 с.
27. Фокс С.У., Дозе К. Молекулярная эволюция и возникновение жизни. М.: Мир, 1975. 374 с.
28. Фолсом К. Происхождение жизни. М.: Мир, 1982. 158 с.

29. *Buddenbrock W.* Vergleichende Physiologie. Bd. III, Ernährung, Wasserhaushalt und Mineralhaushalt der Tiere. Basel; Stuttgart, 1956. 677 S.
30. *De Duve C., Wattiaux K.* Functions of lysosomes. — *Ann. Rev. Physiol.*, 1966, vol. 28, p. 435–492.
31. *Fox S.W.* The origin of behaviour in macromolecules and protocells. — *Comp. Biochem. and Physiol. B*, 1980, vol. 67, p. 423–436.
32. *Holdsworth C.D., Sladen G.E.* Absorption from stomach and small intestine. — In: *Scientific basis of gastroenterology* / Ed. H.L., Duthie, K.G. Wormsley, Edinburgh etc.: Ch. Livingstone, 1979, p. 338–397.
33. *Jennings J.B.* Feeding, digestion and assimilation in animals. 2nd ed. London; Basingstoke: Macmillan press, 1972. 244 p.
34. *Levin R.J.* Fundamental concepts of structure and function of the intestinal epithelium. — In: *Scientific basis of gastroenterology* / Ed. H.L. Duthie, K.G. Wormsley, Edinburgh etc.: Ch. Livingstone, 1979, p. 308–337.
35. Origin of life: Proc. of the second ISSOL meet. and the fifth ICOL meet. / Ed. H. Noda. Tokyo: Center for Acad. Publ. Jap. / Jap. Sci. Soc. press, 1978. 637 p.
36. Peptide transport and hydrolysis. *Ciba Found. Symp.* 50. Amsterdam etc.: ASP, 1977. 385 p.
37. Peptide transport in bacteria and mammalian gut. *Ciba Found. Symp.* 4. Amsterdam etc.: ASP, 1972. 161 p.
38. Peptide transport in protein nutrition / Ed. D.M. Matthews, J.W. Payne. Amsterdam etc.: ASP, 1975. 503 p.
39. *Physiology of the gastrointestinal tract. Vol. 7* / Ed. L.R. Johnson. N.Y.: Raven press.
40. *Comparative animal physiology. 3rd ed.* / Ed. C.L. Prosser. Philadelphia etc.: Saunders Co., 1973. Vol. 1. 966 p.
41. *Schultz S.G.* Transport across small intestine. — In: *Membrane transport in biology. Vol. IVB, Transport organs* / Ed. G. Giebisch, D.C. Tosteson, H.H. Ussing. B. etc.: Spring-Verl., 1979, p. 811–852.
42. *Ulrich K.J., Frömter E., Murer H.* Prinzipien des epithelialen Transportes in Niere und Darm. — *Klin. Wochenschr.*, 1979, Bd. 57, S. 977–991.

УДК 550.424.4

В.В. Добровольский

ИДЕИ В.И. ВЕРНАДСКОГО О ГЕОХИМИЧЕСКИХ ЦИКЛАХ И МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В БИОСФЕРЕ

Среди многих глубоких идей В.И. Вернадского его представления о циклическом движении химических элементов в биосфере [2] особенно актуальны. Биосфера пронизана миграционными циклами разных рангов. Одни ограничены единичными живыми организмами, другие совершаются в пределах элементарного ландшафта (экосистемы), третьи охватывают обширные бассейновые регионы. Имеющиеся факты позволяют дать современную оценку глобальным циклам, обеспечивающим, в частности, обмен тяжелых металлов между живым веществом биосферы, земной корой, Мировым океаном, атмосферой.

Роль тяжелых металлов в биосфере особа. Находясь преимущественно в рассеянном состоянии, они способны образовывать локальные аккумуляции, где их концентрация во многие сотни и тысячи раз превышает кларковые уровни. Металлы служат необходимой частью биокатализаторов и регуляторов важнейших физиологических процессов. Наконец, яв-

Рис. 1. Модель распределения масс меди в биосфере. Цифры – тонны металла

<i>А т м о с ф е р а</i> <i>над континентами</i> - $0,000 \text{ п} \cdot 10^6$ <i>над Мировым океаном</i> - $0,000 \text{ п} \cdot 10^6$	
<i>Живое вещество</i> <i>суша</i> $25 \cdot 10^6$ <i>океан</i> $\approx 0,1 \cdot 10^6$	
<i>Педосфера</i> <i>органические остатки</i> $-4 \cdot 10^6$ <i>гумус почв</i> $-24 \cdot 10^6$ $28 \cdot 10^6$	<i>Океан</i> <i>растворенные ионы</i> $-1230 \cdot 10^6$ <i>мертвое органическое вещество</i> $\approx 0,4 \cdot 10^6$
<i>Л и т о с ф е р а</i> <i>осадочная толща</i> $136\ 800\ 000 \cdot 10^6$ <i>„гранитный слой“</i> $180\ 400\ 000 \cdot 10^6$	

ляясь одним из главных природных ресурсов, неременным условием поддержания и развития современной цивилизации, металлы в целом, особенно тяжелые, образуют группу опасных загрязнителей окружающей среды. В силу указанных обстоятельств выяснение закономерностей геохимии тяжелых металлов необходимо для понимания некоторых проблем биосферы и пока еще только намечающихся проблем ноосферы.

Распределение масс химических элементов в биосфере дает возможность судить об источнике их поступления.

Согласно нашим расчетам за всю геологическую историю из "гранитного" слоя в биосферу поступило около 20% вещества, исходно содержащегося в "гранитном" слое. В то же время в биосфере содержится свинца, цинка и кадмия около 30% каждого, а меди 44%. Можно предполагать, что наряду с гипергенным извлечением из литосферы, тяжелые металлы поступали в биосферу в результате процессов дегазации мантии. Доля дегазированной части для разных металлов неодинакова; некоторые содержатся в биосфере в большем количестве, чем в "гранитном" слое земной коры. Очевидно, они в значительной мере дегазировались из мантии. Такова ртуть, количество которой в биосфере почти в четыре раза больше, чем в "гранитном" слое. В процессе длительной циклической миграции химические элементы насыщали водную и газовую оболочки, а затем аккумуляровались в толщах осадочных пород. В итоге многократно повторяющихся циклов миграции произошла глобальная дифференциация элементов, которая отражает динамическое равновесие состава атмосферы, Мирового океана и осадочной толщи. Существующее распределение тяжелых металлов в биосфере показано в табл. 1, а в качестве примера на рис. 1 приведена модель распределения масс меди в биосфере.

Приведенные данные свидетельствуют, что окружающая природная среда на протяжении всей геологической истории характеризовалась устойчивой насыщенностью тяжелыми металлами. По этой причине металлы играют важную роль в жизнедеятельности организмов, а живое вещество Земли содержит значительные массы металлов. Еще большее их количество связано с мертвым органическим веществом, рассеянным в Мировом океане и осадочной толще.

Такова общая картина распределения масс тяжелых металлов в био-

Т а б л и ц а 1
 Распределение масс тяжелых металлов в биосфере, $1 \cdot 10^9$ т

Металл	В "гранитном" слое литосферы	В осадочной толще		В Мировом океане		В живом веществе	В органическом веществе педосферы
		в целом	в дисперсном органическом веществе	растворенные формы	в мертвом органическом веществе		
Fe	295 200 000	79 920 000	3 625	4,66	1,000	0,625	0,700
Mn	5 740 000	1 608 000	2 247	0,55	0,960	0,600	0,672
V	623 200	312 000	246	2,60	0,006	0,0038	0,0042
Cr	278 800	240 000	261	0,27	0,0072	0,0044	0,005
Zn	418 200	192 000	725	6,85	0,200	0,125	0,140
Cu	180 400	136 800	159	1,23	0,040	0,025	0,028
Pb	131 200	48 000	145	0,04	0,010	0,006	0,007
Ni	213 320	228 000	72	0,68	0,008	0,005	0,0056
Co	59 860	48 000	29	0,04	0,004	0,002	0,0028
Mo	10 660	4 800	29	13,70	0,0024	0,0015	0,0017
Cd	1 312	720	нет данных	0,15	нет данных	0,000 013	0,000 014
Ag	374	240	22	0,14	0,0001	0,000 075	0,000 084
Hg	265	960	9,9	0,21	0,000 05	0,000 031	0,000 034

сфере. Рассмотрим особенности их участия в глобальных миграционных циклах.

Как впервые показал В.И. Вернадский, наиболее мощные геохимические циклы обусловлены деятельностью живого вещества. Это полностью подтверждается и для металлов. В биогеохимический круговорот металлов вовлекается значительно больше, чем выносятся их растворимых форм со всей суши в течение года.

Круговорот металлов в пределах суши и Мирового океана имеет заметные отличия. Относительная интенсивность вовлечения металлов в биологический цикл может быть охарактеризована величиной коэффициента биологического поглощения (K_B) — частного от деления средней концентрации элемента в золе растительности всей суши на его среднюю концентрацию в "гранитном" слое литосферы. Величина K_B для большей части тяжелых металлов составляет от 1 до 9, для цинка и серебра — больше 10, для железа, ванадия и хрома — меньше 1. Наиболее активно поглощаются живым веществом суши цинк, серебро и молибден. Важно отметить отсутствие пропорциональности между величиной масс металлов в земной коре и интенсивностью их биологического поглощения. Это, по-видимому, свидетельствует о том, что вовлечение тяжелых металлов в биологический круговорот происходит селективно, причем изменяется их соотношение, существующее в земной коре.

В Мировом океане концентрация металлов значительно ниже, чем в земной коре. По этой причине интенсивность биологического поглощения некоторых металлов здесь значительно выше, чем на суше, и их циклическое движение поэтому осуществляется значительно быстрее. В силу большой скорости биохимических циклов в океане на протяжении года происходит многократная оборачиваемость большей части тех же масс металлов. Их общее количество, вовлекаемое в круговорот в течение года на суше и в океане, соизмеримо, хотя биомасса океана на два порядка меньше, чем на суше.

Огромное количество металлов ежегодно выносятся с континентальным стоком в океан, при этом их водорастворимых форм на один-два порядка меньше масс, переносимых в составе твердых частиц или в сорбированном состоянии. Вовлечение металлов в водную миграцию на суше происходит селективно, но их дифференциация не повторяет таковую при захвате живым веществом. Глобальный показатель интенсивности вовлечения в водную миграцию (K_B) определяется как частное от деления концентрации металла в сумме солей речных вод мира на его среднюю концентрацию в "гранитном" слое литосферы. Величины этих показателей свидетельствуют, что наиболее активно вовлекаются в водную миграцию серебро и ртуть (K_B более 10), несколько менее активно — кадмий, молибден, цинк и медь, K_B которых равен 1. Интенсивность миграции никеля, свинца, кобальта, марганца меньше интенсивности их вовлечения в биологический круговорот в 10 раз, а железа — почти в 100 раз меньше.

Состав речных вод при поступлении их в Мировой океан претерпевает глубокую трансформацию. Тот факт, что концентрация железа в океанической воде по сравнению с речной меньше почти в 200 раз, в то время как концентрация меди уменьшается только в 7, а цинка — в 4 раза, означает относительное обогащение океанической воды двумя последними

металлами. Расчеты по методу К. Сугавара [12] показывают, что относительная концентрация тяжелых металлов в океане сильно возрастает: в сотни раз у молибдена, ванадия, ртути, кадмия, в десятки раз у серебра, цинка, меди, кобальта, никеля, хрома, в несколько раз у свинца и марганца.

Уровни концентрации металлов в океане поддерживаются механизмом выведения избыточных количеств в осадок. Периоды полного круговорота растворенных металлов в Мировом океане колеблются в широком интервале от нескольких сотен тысяч лет для молибдена до 1,15 тыс. лет для свинца и марганца. Обычно длительность этих периодов составляет тысячи лет (для свинца, марганца, никеля, цинка, хрома, меди, кобальта) и десятки тысяч (для серебра, кадмия, ванадия, ртути).

В последние годы получены данные о циклическом обмене вещества между поверхностью суши и атмосферой. В результате этого процесса в нижней тропосфере постоянно присутствуют тяжелые металлы. Их носителями являются твердые частицы аэрозолей. Содержание металлов в нижней тропосфере на высоте до 1 км оценивается следующими величинами [5]:

$$10 \text{ нг/м}^3 : \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Mn} > \text{Cr} > \text{Pb} > \text{V} > \text{Ni};$$

$$\text{нг/м}^3 : \text{Cd} > \text{Se} > \text{Co} > \text{Hg}.$$

Следовательно, в столбе воздуха в 1 км над площадью суши в 1 км² находится от одного до нескольких десятков-грамм каждого из указанных металлов, а в километровом слое воздуха над континентами содержатся тысячи тонн металлов.

Твердые частицы, захватываемые ветром с поверхности суши, в атмосфере становятся ядрами конденсации. На протяжении нахождения в атмосфере (в среднем около 5–7 дней) они подвергаются неоднократному воздействию конденсирующейся воды и растворенных в ней хлора и сульфатионов. При этом металлы частично концентрируются на поверхности аэрозольных частиц в состоянии сорбированном или способном к растворению. Так начинается атмосферная дифференциация металлов, которая углубляется вымыванием их атмосферными осадками. Соотношение растворимых и нерастворимых металлов в тропосфере очень изменчиво и зависит от многих факторов. Специальное изучение этого соотношения позволило сделать вывод, что в атмосферных осадках над континентами примерно 50% массы металлов находится в водорастворимом и 50% в нерастворимом состоянии [6, 8]. Конечно, поведение каждого конкретного металла индивидуализировано: около 80% от всей массы выпадающей из атмосферы меди поступает в водорастворимой форме, а среди выпадений свинца преобладают нерастворимые формы (60%).

Для оценки степени аккумуляции металлов в аэрозолях используется коэффициент аэрозольной концентрации (K_a), равный отношению концентрации металла в твердой фазе аэрозоля к его средней концентрации в "гранитном" слое земной коры. В аэрозолях более чем в 100 раз возрастает концентрация кадмия, в десятки раз свинца, цинка, меди, никеля, в то время как концентрация уменьшается по сравнению с литосферой лишь у отдельных металлов.

В связи с несомненным существованием миграционного цикла металлов суша—атмосфера—суша необходимо остановиться на одном весьма

актуальном вопросе. При стационарных наблюдениях в биосферных заповедниках за миграцией тяжелых металлов, начатых во второй половине 70-х годов, был обнаружен на первый взгляд тревожный факт. Оказалось, что повсеместное поступление металлов из атмосферы явно превышает их вынос с поверхностным стоком. Это явление было истолковано как результат глобального техногенного загрязнения. Нам этот вывод представляется преждевременным, обусловленным просчетом в организации наблюдений: в то время как выпадение металлов из атмосферы тщательно фиксируется, вовлечение их в атмосферную миграцию никак не учитывается. Можно предполагать, что цикл атмосферной миграции на достаточно крупных территориях, не подверженных воздействию мощных источников загрязнения, сбалансирован.

В атмосферную миграцию вовлекаются главным образом почвенные частицы. В последнее время выясняется, что определенный вклад в обмен веществ между атмосферой и суши вносят непосредственно растения, на поверхности которых синтезируются металлоорганические соединения [1, 9].

Изложенные данные показывают, что настало время уточнить традиционные представления о том, что концентрация тяжелых металлов в верхнем горизонте почв есть результат только биологического круговорота. Известная модель В.М. Гольдшмидта [3], в которой растительность выступает в виде насоса, перекачивающего металлы из почвы на поверхность, не отвечает современному состоянию знаний. Совершенно очевидно, что важную роль в накоплении тяжелых металлов в гумусовом горизонте почв играет миграционный биогеохимический цикл: поверхность суши — атмосфера — поверхность суши.

Одновременно все больше выясняется значение почвенного покрова как глобального регулятора миграционных циклов металлов в биосфере. В процессе трансформации органического вещества поступившие в почву тяжелые металлы, с одной стороны, входят в состав легкоподвижных комплексных соединений, а с другой — прочно закрепляются в компонентах почвенного гумуса, длительное время сохраняющих устойчивость. Первые исследования показали, что наиболее прочно закрепляется ртуть, которая образует весьма устойчивые комплексы с функциональными группами гумусовых кислот. Прочно связывается свинец, менее прочно медь, еще менее — цинк и кадмий [7].

Изучение атмосферной миграции тяжелых металлов только начинается. В настоящее время, к сожалению, еще невозможно даже ориентировочно оценить массы многих металлов, ежегодно вовлекаемые в этот цикл. Можно лишь отметить, что он сильно не замкнут. Значительные массы металлов выводятся из него в биологический круговорот и континентальный сток. Еще большие количества удаляются за пределы континентов в океан с пылевым выносом. Сопоставление масс металлов, участвующих в основных глобальных циклах миграции, приведено в табл. 2.

Геохимики многих стран настойчиво изучают выделение металлов из океана в атмосферу как в процессе формирования морских аэрозолей, так и в результате испарения. Судя по имеющимся данным [10, 11] концентрация металлов в нижней тропосфере над океаном примерно в 10 раз ниже, чем над континентами. Следовательно, в слое воздуха высотой в

Таблица 2

Глобальные геохимические циклы тяжелых металлов, млн.т/год

Металлы	Биологический круговорот		Континентальный сток		Пылевой вынос с континентов
	на суше	в океане	растворимых форм	в составе твердых взвесей	
Fe	34,0	32,0	0,25	705,0	65,0
Mn	41,0	6,0	0,37	43,0	4,0
V	2,6	0,4	0,033	2,7	0,25
Cr	0,31	0,28	0,037	2,1	0,19
Ni	0,35	2,9	0,074	1,9	0,18
Co	0,17	0,4	0,011	0,41	0,038
Zn	8,6	10,п	0,74	1,6	0,15
Cu	1,7	16,0	0,26	1,2	0,11
Pb	0,43	0,4	0,037	0,41	0,038
Mo	0,10	0,08	0,037	0,041	0,0038
Ag	0,0069	0,022	0,011	0,0020	0,00019
Hg	0,0021	0,0024	0,0026	0,0080	0,00076
Cd	0,00086	0,032	0,0074	0,0061	0,00057

1 км над акваторией Земли содержатся многие сотни тонн металлов. Ежегодно между океаном и атмосферой осуществляется грандиозный круговорот воды, а вместе с ним оборот крупных масс металлов. Движение масс в этом цикле пока не поддается достоверной количественной оценки. Можно лишь очень ориентировочно определить миграцию отдельных наиболее изученных металлов. Так, например, ориентируясь на среднюю концентрацию меди в атмосферных осадках над океаном, равную $1,5 \cdot 10^{-3}$ мг/л, можно предположить, что за год в атмосферу из океана переходит около $6,7 \cdot 10^5$ т этого металла.

Не все количество испарившейся с поверхности океана воды возвращается обратно, около $3,7 \cdot 10^{13}$ м³ с воздушными массами переносится на сушу. Одновременно переносится около 0,5 млрд. т солей и значительные массы металлов. В частности, ориентировочно можно считать, что этим путем переносится не менее $5-6 \cdot 10^4$ т меди. Так реализуется вторая ветвь глобального цикла суша—океан—суша.

Изложенные факты открывают путь к выяснению общей картины движения масс металлов в биосфере. Неодинаковая степень изученности циклов позволяет пока решать эту задачу лишь для отдельных металлов, с известной долей условности. В качестве примера приведена схема миграционных циклов меди (рис. 2).

Характерная особенность миграционных циклов в биосфере — их незамкнутость. Это допускает свободный взаимопереход мигрирующих элементов из одного цикла в другой. Сочетание множеств незамкнутых циклов, а также роль педосферы как глобального регулятора их наполняемости обеспечивает замечательное свойство биосферы — ее высокую устойчивость. Нарушение в ту или иную сторону баланса одного цикла компенсируется за счет других. В частности, можно констатировать устойчивость биосферы по отношению к поступлению дополнительных масс металлов

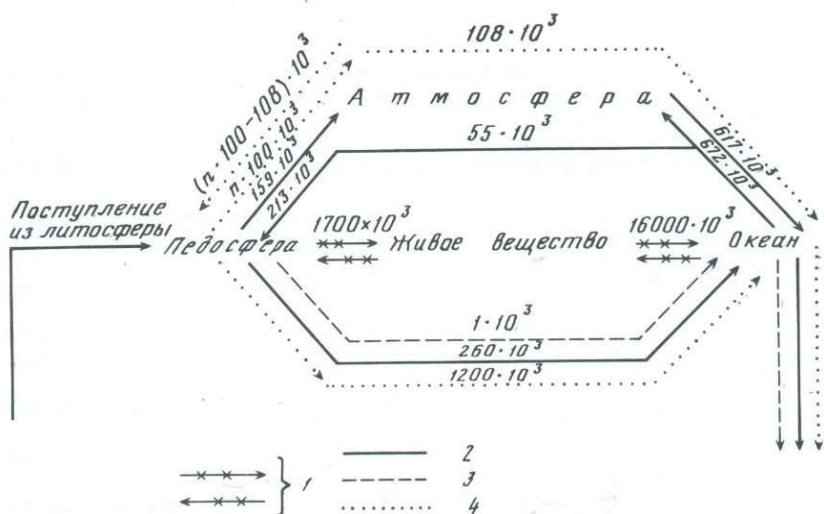


Рис. 2. Глобальный годовой геохимический цикл меди

1 — биологическая миграция; 2 — миграция ионов; 3 — миграция в составе мертвого органического вещества; 4 — миграция в сорбированном состоянии или в составе минеральных дисперсных частиц. Цифры — тонны металла

природного или техногенного происхождения. Анализ распределения масс тяжелых металлов позволяет предполагать, что вся эволюция биосферы происходила в условиях высокого содержания этих элементов, избыточные количества которых систематически выводились в осадочные отложения. Каких-либо сигналов о нарушении глобального механизма миграции тяжелых металлов не обнаружено.

В то же время широко известны случаи сильного локального загрязнения и даже глубокого поражения тяжелыми металлами отдельных участков. Это свидетельствует о том, что геохимические перегрузки тяжелыми металлами оказываются преимущественно на миграционных циклах низких рангов, а не на глобальном механизме биосферы. Последнее время прилагаются большие усилия для создания системы мониторинга с целью предотвращения негативных последствий производственной деятельности. Следует подчеркнуть, что разработка действенной системы мониторинга возможна только на основе тщательного учета циклического характера миграции тяжелых металлов.

ABSTRACT

As biocatalysts and regulators of important physiological functions the heavy metals play a significant role in biosphere. Sources of heavy metals entering the biosphere, the heavy metals distribution between biosphere's components and the biotic turnover of heavy metals are discussed. Principal geochemical cycles of heavy metals in biosphere which provide its stability are presented.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аржанов В.С., Елпатьевский П.В. К оценке миграции техногенных тяжелых металлов в биогеохимическом цикле. — В кн.: Биогеохимический круговорот веществ. М.: Наука, 1982, с. 70–71.
2. Вернадский В.И. Очерки геохимии. М.; Л.: Горгеонефтеиздат, 1934. 380 с.
3. Гольдшмидт В.М. Сборник статей по геохимии редких элементов. М.; Л.: ГОНТИ НКТП, 1934. 244 с.
4. Добровольский В.В. Тяжелые металлы: загрязнение окружающей среды и глобальная геохимия. — В кн.: Тяжелые металлы в окружающей среде. М.: Изд-во МГУ, 1980, с. 3–12.
5. Добровольский В.В. География микроэлементов. Глобальное рассеяние. М.: Мысль, 1983. 272 с.
6. Жигаловская Т.Н., Маханько Э.П., Шилина Н.И. и др. Микроэлементы в природных водах и атмосфере. М.: Гидрометеоиздат, 1974. 184 с. [Тр. Ин-та эксперим. метеор.; Вып. 2 (4)].
7. Зырин Н.Г., Звонарев Б.А. Содержание ртути в почвах и растениях Северной Осетии. — Биол. науки, 1980, № 8, с. 85–89.
8. Миклешанский А.З., Яковлев Ю.В., Савельев Б.В. О формах нахождения химических элементов в атмосфере. — Геохимия, 1978, № 1, с. 3–10.
9. Учеватов В.П. Трансформация химического состава природных вод как показатель направленности биогеохимических процессов в ландшафте. — В кн.: Биогеохимический круговорот веществ. М.: Наука, 1982, с. 19–20.
10. Химия нижней атмосферы. М.: Мир, 1976. 408 с.
11. Chester R., Stoner J. The distribution of Mn, Fe, Cu, Ni, Co, Ga, Cr, V, Sr, Sn, Zn and Pb in some solisized particulates from the lower troposphere over the world ocean. — Marine Chem., 1974, vol. 2, N 3, p. 157–188.
12. Sugawara K. Chemistry of ice, snow and other water substances of Antarctica. Extrait de la publication 55 de l'A.I.H.S. — Colloque sur la glaciologie antarctique, N 44, 1961.

УДК 550.42.01

В.Г. Савоненков

РАЗВИТИЕ ИДЕЙ В.И. ВЕРНАДСКОГО В ГЕОХИМИЧЕСКИХ РАБОТАХ РАДИЕВОГО ИНСТИТУТА

В многогранном научном творчестве В.И. Вернадского одно из первых мест по глубине и значению для естествознания, несомненно, занимает геохимия. Ее задачи, сформулированные еще в начале века, сохраняют свою актуальность до настоящего времени.

“И мы в XX столетии являемся свидетелями расцвета этого рода новых наук — наук об индивидуальных атомах — физики атомов, радиологии, радиохимии и последней выявившейся — геохимии, небольшой части астрофизики. Геохимия научно изучает химические элементы, т. е. атомы земной коры и насколько возможно — всей планеты. Она изучает их историю, их распределение и движение в пространстве—времени, их генетические на нашей планете соотношения” [5, с. 14].

На видное место в геохимических исследованиях В.И. Вернадский ставит вопросы радиоактивности элементов. Он был один из первых, кто оценил огромное значение явлений радиоактивности для развития науки и будущих судеб человеческого общества. В начале XX в., после открытия радиоактивности ученые, в том числе крупные физики — исследователи атомно-

го ядра, не представляли себе возможности применения ядерной энергии, в то время как В.И. Вернадский уже в 1922 г. пишет пророческие слова: "Недалеко время, когда человек получит в свои руки атомную энергию, такой источник силы, который даст ему возможность строить свою жизнь, как он захочет" [3, с. 3]. А до первой атомной станции в Обнинске было еще много лет.

Вполне понятно, что именно В.И. Вернадский первый формулирует цели и задачи новой отрасли знания — радиогеологии — науки XX в.: "Радиогеология изучает ход радиоактивных процессов на нашей планете, их отражение и их проявление в геологических явлениях" [5, с. 676].

Для развертывания радиогеологических исследований была необходима лабораторная база. В январе 1922 г. при активном участии В.И. Вернадского был создан Государственный Радиевый институт.

В нем организуется три отдела: физический, химический и геохимический; соединены в единое целое три проблематики. Такая комплексная структура долгие годы обеспечивала успешное выполнение сложных ответственных задач, поставленных перед институтом. Оформилось новое научное направление, принесшее первые достижения. В конце тридцатых годов В.И. Вернадский пишет: "Сейчас научная радиогеологическая работа в нашей стране быстро растет. Радиевый институт в Ленинграде стоит в первых рядах мировой науки" [6, с. 337].

Основная деятельность геохимического отдела, руководство которым Владимир Иванович принял на себя, в первые годы связана с изучением сырьевой базы радия, определением возраста радиоактивных минералов и изучением миграции радиоэлементов [12]. В 1930 г. начаты работы по изучению радиоактивных элементов в горных породах в связи с составлением карты распространения радиоактивных элементов СССР. Идея создания такой карты была выдвинута В.И. Вернадским как основа для поисков радиоактивных руд. Особое внимание уделяется вопросам генезиса руд и выявлению характерных геохимических особенностей отдельных провинций и месторождений. Следует отметить исследования по распределению урана и тория в магматических породах, которые с начала 30-х годов возглавил Л.В. Комлев. Были изучены десятки крупных гранитных интрузий и магматических комплексов в различных регионах СССР [14]. Показана важнейшая роль акцессорных минералов редких земель, циркония и титана в геохимии урана и тория. Выявлено значение состояния остаточного рассеяния для постагматической миграции урана. Последней проблеме В.И. Вернадский придавал первостепенное значение, изложив свою концепцию в выступлении на годовом собрании Академии наук в 1927 г. — "Рассеяние химических элементов" [6, с. 519].

С именем В.И. Вернадского связано развитие ядерных методов определения абсолютного возраста геологических образований. "В геологию входит точный неизменный хронометр, позволяющий измерять не текущее время, а прошлые времена. Оно запечатлено в своем ходе в геохимической структуре минералов и горных пород", — писал в 1932 г. В.И. Вернадский. Позднее им было указано на необходимость систематической разработки методов абсолютного возраста. Отмечалось, что на основании полученных цифровых данных можно будет составить новый тип геологической карты, в которой вместо биостратиграфических подразделений будут использова-

ны абсолютные возрастные значения [5, с. 289]. Такие исследования широко развернулись в Радиевом институте, где создалась высококвалифицированная школа геохронологических разработок непосредственными продолжателями идей В.И. Вернадского. Исследования по ядерной геохронологии проводились В.Г. Хлопиным, И.Е. Стариком, Л.В. Комлевым, Э.К. Герлингом и другими пионерами этого важнейшего научного направления.

Особенно широкий размах приобрели работы по определению абсолютного возраста важнейших регионов СССР в начале 50-х годов. Радиевым институтом были организованы несколько десятков экспедиций как сухопутных, так и морских. В результате проведенных исследований получены первые данные о возрасте пород Украины, Казахстана, Средней Азии, Алтая, Анабарского щита, Таймыра, Антарктиды, донных пород Черного и Средиземного морей, различных районов Мирового океана [14]. В кратком сообщении невозможно даже просто перечислить все направления геохимических работ, проводимых в Радиевом институте, все ответвления и ветви, питающиеся неиссякаемым источником научных идей В.И. Вернадского. Отметим лишь некоторые проблемы.

В.И. Вернадский неоднократно указывал на необходимость систематических возрастных исследований в областях развития древнего метаморфизма для выявления древнейших образований Земли. Предметом таких исследований стали докембрийские формации Украинского кристаллического щита. В 1958 г. впервые были установлены древнейшие катархейские формации с возрастом свыше 3 млрд. лет [9].

Породы с таким возрастом были обнаружены в излучине Днепра, между городами Днепропетровском и Запорожьем. Максимальные цифры были получены аргоновым и стронциевым методами для новообразованного биотита в ксенолитах метаамфиболитов, т. е. возраст субстрата был еще более древним и полученные цифры датировали последний метаморфический процесс. Такие явления в геохронологических исследованиях были предсказаны В.И. Вернадским, который отмечал, что непосредственным определением возраста радиоактивных минералов можно выявить лишь те древнейшие участки суши, которые были отвечают последнему из сохранившихся наиболее древних уровней метаморфизма [5].

Крайне интересное явление было вскрыто в древних формациях Бужской зоны. Свинцово-изотопный метод для акцессорных монацитов Побужских мигматитов и пегматитов давал возраст 2 млрд. лет с хорошим согласием по всем четырем изотопным отношениям. Возраст слюд из этих же пород оказался значительно ниже: 1,5–1,6 млрд. лет [9]. Появился новый термин: "омоложение", включающий в себя понятие о метаморфизме с частичной перекристаллизацией пород и минералов. Геологическое значение региональных процессов омоложения в древних формациях огромно, их значение трудно переоценить. С процессами повторного метаморфизма: часто связана мобилизация редкометаллических элементов с последующим образованием промышленных месторождений.

К 1960 г. материалы по геохронологии были систематизированы в докладе на XXI сессии Международного геологического конгресса "Абсолютная геохронология Украинского докембрия" [7]. Несколько позднее в лаборатории Л.В. Комлева была разработана и составлена одна из первых геохронологических карт Центральной Украины [9].

В настоящее время лаборатория изотопной геохронологии Радиового института, возглавляемая Е.Б. Андерсоном, продолжает проводить возрастные и геохимические исследования в различных районах. Выполненные за последние годы детальные изотопно-возрастные исследования руд и вмещающих пород Казахстана позволили разработать хронологию формирования различных рудных месторождений. Результаты исследований широко и оперативно внедряются в практику производственных геологических организаций для использования их в поисково-разведочных работах. Систематические исследования по определению абсолютного геологического возраста различными методами получили широкое развитие в СССР. Осуществилось то, к чему призывал и что предвидел В.И. Вернадский.

Широта научных интересов В.И. Вернадского всегда поражает: от истории возникновения Вселенной и датировки древнейших пород Земли до прогнозирования будущей истории человечества!

"Лик планеты — биосфера — химически резко меняется человеком сознательно и главным образом бессознательно", — пишет В.И. Вернадский в 1944 г. [6, с. 328]. Предсказанный выдающимся ученым глобальный масштаб вносимых человеком изменений в природные условия на Земле стал уже реальностью. По самым осторожным оценкам человечество использует около 11 млрд. тонн различных природных веществ. К концу нашего столетия эта цифра может утроиться. При этом от 50 до 90% первичного природного вещества превращаются в конечном результате в отходы [12, с. 29]. Проблема изоляции этих отходов уже в 60-е годы приобрела чрезвычайную остроту.

Особое внимание по своему значению и сложности управления, привлекает проблема захоронения радиоактивных отходов, количество которых при сохранении темпов развития ядерной энергетики к 2000 г. может составлять ежегодно сотни миллионов кюри [1]. Наиболее доступным способом изоляции является помещение радиоактивных отходов в глубокие геологические формации.

Начиная с 1970 г. проблемы, связанные с подземным захоронением радиоактивных отходов, занимают в тематике Радиового института одно из первых мест. Любая новая сложная проблема требует для своего решения многостороннего подхода и широкого диапазона проводимых исследований. Вполне понятно, что специалисты института вновь обратились к трудам В.И. Вернадского, стали заново перечитывать и вдумываться в них, развивать его идеи.

Как известно, В.И. Вернадским было дано наиболее полное понятие биосферы. «Биосфера — это среда нашей жизни, это та "природа", которая нас окружает. Человек — прежде всего — своим дыханием, проявлением всех своих функций, неразрывно связан с этой "природой"...» [6, с. 63]. Поэтому если в биосфере происходит захоронение радиоактивных отходов, то от биосферы эти отходы надо изолировать, изолировать на длительные промежутки времени даже в геологическом понятии. Предугадывая расширение масштабов геотехнологических процессов, В.И. Вернадский пишет в конце 20-х годов: "Человек вводит в земную кору новые соединения, и эти соединения еще более неустойчивы в термодинамических условиях Земной коры, чем те, которые существовали раньше. Равновесие и миграция элементов, которые установились в течение геологических

времен, нарушаются разумом и деятельностью человека" [4, с. 216]. Это высказывание имеет прямое отношение к проблеме изоляции радиоактивных отходов в геологических формациях. Действительно, совокупность отходов и геологического окружения необходимо рассматривать как единую многоуровневую и многокомпонентную геотехнологическую систему, которая для соблюдения безопасности не должна быть выведена из состояния равновесия.

В Радиевом институте проблема захоронения радиоактивных отходов решается комплексно. С одной стороны, разрабатываются критерии оценки геологических формаций, пригодных для длительной изоляции отходов, изучаются возможные каналы и механизмы миграции радионуклидов, исследуются механические, теплофизические и фильтрационные свойства пород, с другой — разрабатываются требования к радиоактивным отходам, подлежащим захоронению, горнотехнические основы создания подземных хранилищ. Научными сотрудниками института были рассмотрены природные барьеры миграции радионуклидов в горных породах, пределы тепловых нагрузок при захоронении высокоактивных тепловыделяющих отходов и целый ряд других основных положений проблемы захоронения в целом. Были проведены исследования по определению геологических критериев захоронения [16], взаимодействия вмещающих пород с отходами [15], изучено тепловое расширение пород как критерий количества захораниваемых отходов и ряд других вопросов [2, 10].

В Радиевом институте проводятся тематические семинары по проблеме захоронения радиоактивных отходов с участием специалистов ГДР, Франции, Бельгии, Нидерландов, Японии. Специалисты Радиевого института являются представителями в МАГАТЭ, где в начале 1978 г. была разработана и в настоящее время успешно реализуется Программа по подземному захоронению радиоактивных отходов [11].

На примере решения проблемы изоляции радиоактивных отходов, ярко воспринимаются предсказания великого ученого и философа — Владимира Ивановича Вернадского: "...человек становится могучей геологической силой" [6, с. 326]. Масштаб воздействия человека на природу стал действительно планетарным, человек становится геологической силой, сравнимой с природными процессами по эффекту воздействия. В наше время не только актуальна, но и жизненно важна для человека и среды обитания направленность и характер этого воздействия.

"Сумеет ли человек воспользоваться этой силой, направить ее на добро, а не на самоуничтожение?" [3, с. 3].

Великий мыслитель и патриот В.И. Вернадский верил в человеческий разум, верил в светлое будущее человечества: "Можно смотреть поэтому на наше будущее уверенно. Оно в наших руках. Мы его не выпустим" [6, с. 329].

А B S T R A C T

The article presents the history of radiological researches carried out in the Academy of Sciences and V.I. Vernadsky's role in establishing the Radium institute. The state of the efforts on geochronology and different concepts on burial of the radioactive materials are discussed.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атомная промышленность зарубежных стран. М.: Атомиздат, 1980. 288 с.
2. *Брызгалова Р.В., Кривохатский А.С., Рогозин Ю.М., Синицына Г.С.* Тепловое расширение как критерий количества захораниваемых высокоактивных отходов в геологические формации. Л.: Радиевый ин-т, 1980. 7 с.
3. *Вернадский В.И.* Очерки и речи. Пг.: Научное хим.-техн. изд-во, 1922. 159 с.
4. *Вернадский В.И.* Очерки геохимии. М.; Л.: Госгеолнефтеиздат, 1934. 380 с.
5. *Вернадский В.И.* Избранные сочинения. М.: Изд-во АН СССР, 1954. Т. 1. 696 с.
6. *Вернадский В.И.* Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965. 374 с.
7. *Виноградов А.П., Комлев Л.В., Данилевич С.И., Савоненков В.Г., Тугаринов А.И., Филиппов М.С.* XXI Сессия МГК 1960 г. Докл. сов. геол. с. 83–111.
8. *Комлев Л.В., Савоненков В.Г., Крюкова Н.Ф., Кучина Г.Н.* – Докл. АН СССР, 1959, т. 129, № 6, с. 1374–1377.
9. *Комлев Л.В., Савоненков В.Г., Данилевич С.И.* и др. О геологическом значении региональных процессов омоложения в древних формациях Юго-Запада Украинского кристаллического щита. – Геохимия, 1962, № 3, с. 195–206.
10. *Кривохатский А.С., Рогозин Ю.М., Брызгалова Р.В.* и др. Каменная соль как среда для захоронения радиоактивных отходов. – Радиохимия, 1982, т. 24, вып. 5, с. 664–670.
11. *Морозов В.А.* Обращение с радиоактивными отходами в некоторых Европейских странах. – Бюл. МАГАТЭ, Вена, 1979, кн. 21, № 4, с. 19–26.
12. Общество и природная среда. Сборник. М.: Знание, 1980. 240 с.
13. 35 лет Радиевого института им. В.Г. Хлопина АН СССР, Л.: Изд-во АН СССР, 1957. 75 с.
14. Радиевый институт им. В.Г. Хлопина: К 50-летию со дня основания. Л.: Наука, 1972. 244 с.
15. *Родионов Ю.И., Коварская Е.Н., Клокман В.Р.* Взаимодействие остеклованных отходов с расплавами вмещающих пород и поведение радионуклидов при этих процессах. Л.: Радиевый ин-т им. В.Г. Хлопина, 1980. 15 с.
16. *Савоненков В.Г.* Разработка геологических критериев безопасного захоронения в соляные формации. Л.: Радиевый ин-т, 1980. 10 с.

ЮБИЛЕЙ АКАДЕМИКА В.И. ВЕРНАДСКОГО В АКАДЕМИИ НАУК

УДК 574

Г.П. Аксенов, **Н.П. Антонов**, И.А. Тугаринов

ГОД ВЕРНАДСКОГО
(Обзор юбилейных конференций,
посвященных 120-летию со дня рождения В.И. Вернадского)

Стодвадцатилетие Владимира Ивановича Вернадского было торжественно отмечено Академией наук СССР, многими организациями и научными обществами. На прошедших юбилейных заседаниях и конференциях были подведены итоги многолетней коллективной работы по разработке научного наследия ученого, дальнейшему развитию его идей.

Центральным событием юбилейных мероприятий стали Торжественное заседание Академии наук СССР и симпозиум "В.И. Вернадский и современность", состоявшиеся в Московском Доме ученых 10 и 11 марта 1983 г., а также конференция "В.И. Вернадский и современность", проходившая 4 апреля 1983 г. в Ленинградском Доме ученых. Материалы этих заседаний публикуются в настоящем сборнике.

Однако начало юбилейным мероприятиям было положено еще в декабре 1982 г., когда в Научном центре биологических исследований в подмосковном г. Пушкино открылась Всесоюзная конференция "Биогеохимический круговорот веществ", доклады которой были посвящены развитию идей В.И. Вернадского в области биогеохимии и учения о биосфере. Конференция была организована Научным советом АН СССР по проблемам почвоведения и мелиорации почв, Институтом почвоведения и фотосинтеза АН СССР и Таллинским ботаническим садом АН ЭССР.

Во вступительном слове член-корреспондент АН СССР В.А. Ковда дал характеристику развития исследований и практических мероприятий по охране окружающей среды в послевоенный период. Особое внимание докладчик уделил истории становления и деятельности Научного комитета по проблемам окружающей среды (СКОПЕ) и других международных организаций, роли советских ученых в их создании и развитии.

В докладе А.Г. Назарова "Биосферно-ноосферные аспекты биогеохимического круговорота" продемонстрированы возможности ноосферной концепции В.И. Вернадского в подходе к решению проблем не только рационального природопользования, но и управления народным хозяйством, впервые представлена структурная модель природно-народнохозяйствен-

ного комплекса как ноосферной целостности, учитывающая и биосферную составляющую, и техногенные потоки вещества, а также социально-культурную сферу и человеческую личность, активно воздействующую на ход естественноисторического процесса. Докладчик особо подчеркнул, что в настоящее время изучение вопросов биогеохимической цикличности обретает новый гуманистический смысл в связи с сопричастностью этих исследований к актуальным проблемам охраны биосферы.

Впечатляющим был доклад члена-корреспондента АН АзССР. С.А. Алиева (Институт почвоведения и агрохимии АН АзССР, Баку) "Проблемы биоэнергетики и управления биогеохимической цикличностью". Почва — аккумулятор солнечной энергии. Живое вещество, составляющее ее наиболее активный элемент, создает в почве определенный биоэнергетический потенциал. Найдя метод его измерения, можно классифицировать почвы по коэффициенту использования солнечной энергии. Он варьируется от 0,2 (полупустыни) до 1,5 (субальпийские луга). Применение метода позволило создать новое научно-практическое направление — агроэнергетику, открывающую путь к повышению эффективности управления агроценозами, к минимизации затрат для увеличения их продуктивности.

Методы биогеохимии дают возможность различных направлений управления биосферными процессами. Об одном из них доложил на конференции Н.Т. Масюк (Днепропетровский сельскохозяйственный ин-т) — "Эколого-ноосферная направленность преобразования техногенных и создания ноогенных ландшафтов". Докладчик сообщил, что создана научная методика классификации горных пород, выброшенных на поверхность в результате разработок полезных ископаемых. Наличие и расчет плодородия горных пород — принципиально новое научное направление, на основе которого впервые в отечественной практике разработаны методы создания высокопродуктивных агроценозов и целых структурных единиц биосферы — ландшафтов. Рекультивируемые с помощью научно обоснованной смены растительности и почвенных микроорганизмов ноогенные ландшафты, создаваемые на месте нарушенных, представляют собой прообраз будущих разумно управляемых природно-народнохозяйственных ноосферных комплексов.

Специальному рассмотрению и обсуждению на конференции были подвергнуты важные для сельскохозяйственной практики вопросы биогеохимического круговорота веществ на эродированных землях.

Большое значение приобретает в современных условиях биогеохимическое районирование и картографирование. О состоянии этой проблемы доложила участникам конференции М.А. Глазовская. Картографирование на основе идеи биогеохимической цикличности элементов представляет собой развитое направление. Существует немало школ и методов составления различных карт. Они показывают кругообороты элементов, пищевые цепи в биоценозах. Разрабатываются ландшафтно-геохимические карты, схемы биогенных и техногенных потоков вещества, микрокомпонентного состава почв и другие. Все они имеют прямой и непосредственный выход в практику, применяются для поисков полезных ископаемых, для природных мониторингов в целях хозяйственного использования земель.

На конференции шла речь и о биогеохимическом образовании. В докладе В.В. Добровольского был сделан анализ действующих в высшей школе

учебных планов и программ с точки зрения внедрения основополагающих идей В.И. Вернадского о биогеохимической цикличности элементов в биосфере. Было подчеркнуто, что введение курсов биогеохимии в высших учебных заведениях естественнонаучного профиля диктуется и практикой, и необходимостью формирования целостного мировоззрения о биосфере.

В конференции приняли участие 150 человек из 30 городов страны, представляющие 50 научных, учебных и производственных организаций. В большинстве докладов было показано значение идей В.И. Вернадского для решения насущных проблем агрохимии, почвоведения и окружающей среды. В решении конференции подчеркнута необходимость усилить всестороннее развитие научного наследия В.И. Вернадского и созданного им учения о биосфере и ноосфере как теоретического и методологического фундамента современных проблем окружающей среды, биологической продуктивности и проблем управления.

В мае 1983 г. в Институте геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского АН СССР состоялась Конференция Научного совета АН СССР по проблемам микроэлементов в биологии, посвященная юбилею великого ученого. Вступительное слово и доклад члена-корреспондента ВАСХНИЛ лауреата Ленинской премии В.В. Ковальского были посвящены итогам работы созданной В.И. Вернадским в 1928 г. Биогеохимической лаборатории (ныне лаборатории биогеохимии ГЕОХИ АН СССР), развитию учениками и последователями В.И. Вернадского его идей в области геохимической экологии. Одним из важнейших направлений исследований было начатое в 1944 г. биогеохимическое районирование территории СССР, которое к настоящему времени доведено до создания биогеохимических карт и приобрело уровень биоферных исследований.

В докладе "Философские аспекты биогеохимических идей В.И. Вернадского" И.И. Мочалов проанализировал роль идей биогеохимии в сложных процессах дифференциации и интеграции наук о Земле и космосе, в которых биогеохимия предстает не как частная наука на стыке биологии и геохимии, а как комплексная синтетическая дисциплина, изучающая закономерности функционирования и эволюции биосферы как космического явления. В докладе была отмечена непосредственная связь философских обобщений В.И. Вернадского с диалектическим материализмом и показано, что идеи В.И. Вернадского органично вошли в современное научное мировоззрение, обогатив его.

Член-корреспондент АН АзССР М.К. Султанов рассмотрел пути развития отечественной палеобиогеохимии от предшественников и соратников В.И. Вернадского (И.Д. Лукашевича, Я.В. Самойлова, А.Е. Ферсмана и др.) до наших дней. Эволюции процессов в биосфере был посвящен доклад Е.А. Бойченко. В.В. Добровольский показал связь глобальных циклов металлов с проблемами техногенеза. Ю.Е. Саев рассмотрел проблемы города как техногенного субрегиона биосферы. В более чем 30 заслушанных на конференции докладах были рассмотрены проблемы геохимической экологии растений (Н.В. Алексеева-Попова, М.Д. Уфимцева) и организмов (М.А. Риш, Г.Н. Саенко, Н.П. Морозов), а также проблемы биогеохимии в медицине (А.П. Авцын, А.В. Быховский, В.Л. Сусликов и др.) и в сельском хозяйстве (Ю.А. Потатуева, Ю.И. Раецкая).

Юбилею В.И. Вернадского был посвящен и Всесоюзный семинар "Био-

геохимические аспекты формирования осадочных пород и руд”, организованный Всесоюзным научно-исследовательским геологическим институтом совместно с Центральным правлением Научно-технического горного общества и проходивший в пос. Ольгино под Ленинградом с 1 по 3 ноября 1983 г. Со вступительным словом на семинаре выступил председатель Оргкомитета А.А. Смыслов, указав, что впервые собрались специалисты разных областей биогеохимии, изучающие биогеохимические процессы, происходившие на протяжении всей геологической истории Земли от докембрия до наших дней.

В докладе И.Н. Крылова было проанализировано влияние органического мира докембрия на осадочные процессы. Принципиальное сходство раннедокембрийских осадочных пород с современными позволило ему предположить, что наблюдающееся сейчас взаимоотношение атмосферы, биосферы и литосферы установилось на самых ранних стадиях развития земной коры.

Периодическим изменениям интенсивности и закономерностям процессов осадконакопления в геологической истории был посвящен доклад Ю.М. Малиновского, который показал, что на циклические воздействия, связанные с тектоническими движениями, биосфера отвечала как нелинейная система, создавая глобальные изменения геохимического фона — биосферные ритмы разного порядка, которые нашли свое отражение в строении и пространственном размещении месторождений полезных ископаемых.

Член-корреспондент АН СССР П.П. Тимофеев, А.В. Щербаков и В.А. Ильин исследовали роль биосферы в энергетике земной коры и рассчитали накопление энергии в земной коре за счет захоронения осадков с биогенным органическим веществом и за счет энергии свободной поверхности частиц, образующихся при гипергенезе.

Р.Э. Вески рассмотрел условия захоронения в земной коре органического вещества, а также отметил, что часто недооценивается нетрадиционный с чисто геологической точки зрения тип осадкообразования в результате деятельности движущихся организмов, корневых выделений и аккумуляции отмерших корней растений внутри верхнего слоя литосферы.

В докладе А.Г. Назарова были проанализированы проблемы биолитообразования, геологическую роль которого впервые осознал В.И. Вернадский. Экспериментальными исследованиями в лесных экосистемах Подмосковья были подтверждены представления В.И. Вернадского и Я.В. Самойлова о неоднократном прохождении кремнезема земной коры в миграционном цикле через тела живых организмов. Докладчик обосновал необходимость создания новой отрасли знания — биологической минералогии (биоминералогии).

А.И. Перельман отметил глубокую связь, существующую между процессами формирования состава природных вод и литогенезом и обусловленную геохимической деятельностью организмов. Согласно В.И. Вернадскому, главные геохимические особенности вод биосферы, а также илов и осадочных пород определяются работой живого вещества как того, что находится в зоне осадкообразования, так и того, которое было в предшествующие геологические эпохи и коренным образом изменило геохимические особенности среды.

В рамках семинара состоялось специальное Мемориальное заседание памяти В.И. Вернадского, которое открылось докладом А.В. Лапо и А.А. Смыслова "В.И. Вернадский и становление биогеохимии". Авторы пролегли истоки и судьбу главных биогеохимических идей В.И. Вернадского. В докладе было подчеркнуто, что основополагающие идеи ученого, сформулированные еще в 20—30-х годах, не утратили свою актуальность. Сейчас они переживают второе рождение и открывают широкие перспективы перед новыми поколениями исследователей. Большой интерес вызвали воспоминания о В.И. Вернадском, с которыми выступили М.Г. Валашко, Н.В. Садиков, Н.И. Толстихин и И.И. Шафрановский.

Всего на пленарных и секционных заседаниях было заслушано и обсуждено 37 докладов, посвященных роли живых организмов и биогеохимических факторов в осадочном и вулканогенно-осадочном рудогенезе, условиям накопления и захоронения биогенного вещества, его разрушению и преобразованию под действием микроорганизмов, биогеохимическим аспектам разрушения минералов и образования кор выветривания, роли биосферы в энергетике земной коры. В работе семинара приняли участие 120 специалистов, представлявших 48 научно-исследовательских организаций. В решении семинара отмечено, что современное состояние исследований показывает перспективность основных положений учения о биосфере и геохимических процессах, разработанного В.И. Вернадским, и свидетельствует о необходимости его дальнейшего развития.

Все три научных заседания (Москва, Пущино, Олгино), посвященные различным направлениям биогеохимических исследований, показали, что биогеохимия — любимое детище В.И. Вернадского — получает в последнее время бурное развитие. То, что когда-то состояло из трудов самого ученого и немногочисленных сподвижников, вышло из стадии постановки проблем и отдельных исследований и вошло в область будничной, черновой работы науки, ее многочисленных коллективов. Бурно растет то, что В.И. Вернадский называл научным аппаратом — тысячи схем, расчетов, диаграмм, графиков, карт. Они отражают движение химических элементов и их соединений в биосфере, балансы энергии, перемещение материальных масс в окружающей природной среде и в среде, организованной человеческой практикой. Накопление точных наблюдательных и экспериментальных фактов упрочает нити, связывающие человека и биосферу, дают возможность контролировать ее развитие.

Большим событием юбилейных торжеств стала Региональная научно-теоретическая конференция "Учение В.И. Вернадского о переходе биосферы в ноосферу" (Иваново, май, 1983 г.), организованная Философским обществом СССР, Научным советом АН СССР по проблемам биосферы, Институтом истории естествознания и техники АН СССР, Ивановским государственным университетом и Комиссией Отделения геологии, геофизики и геохимии АН СССР по разработке научного наследия академика В.И. Вернадского. В ней приняли участие около 200 философов, социологов, естествоиспытателей, инженеров, экономистов, историков, педагогов из исследовательских учреждений и ВУЗов Москвы, Ленинграда, Киева, Минска, Иванова, Новосибирска и других городов СССР. В работе конференции также участвовали ученые из НРБ и ГДР. С докладами и сообщениями выступили более 70 участников.

Конференция явилась первым в СССР мероприятием такого масштаба, которое поставило в центр внимания учение о сущности ноосферы и закономерностях ее становления. С приветствием к участникам конференции обратился Председатель Оргкомитета ректор Ивановского государственного университета заслуженный деятель науки РСФСР профессор В.Н. Латышев. На пленарных заседаниях выступили академик АМН СССР В.П. Казначеев, заслуженный деятель науки РСФСР проф. Н.П. Антонов, профессора И.И. Мочалов, Э.В. Гирусов, И.Б. Новик, А.В. Быховский, член Комиссии по разработке научного наследия академика В.И. Вернадского Н.А. Кардаков, хранитель Кабинета-музея В.И. Вернадского В.С. Неаполитанская.

В.П. Казначеев отметил необходимость творческого подхода к наследию В.И. Вернадского, исключающего догматизацию и извращение его учения. В.И. Вернадский, опираясь на большой материал, одним из первых показал, что социальная история выступает лишь как составная часть более величественного планетарно-космического процесса развития Земли, где социальное отражение природы и ее преобразование рассматривается как важнейшее звено космо-планетарной истории Земли. Докладчик привел факты о том, что значительная часть биосферы вышла из сферы естественного отбора и превратилась из системы саморегулирующейся и надежной в управляемую систему с малой степенью надежности. Перед человечеством стоит задача научного управления биосферными процессами, которую невозможно решить, не изучая экологию самого человека.

Н.П. Антонов показал, что идеи В.И. Вернадского служат естественно-научным основанием дальнейшего развития диалектико-материалистического изучения роли субъективного фактора в оптимизации взаимодействия общества и природы. По мнению Н.П. Антонова, понятие "ноосфера" у В.И. Вернадского совпадает с понятием "очеловеченная природа" у К. Маркса.

В докладе И.И. Мочалова развивалась концепция становления ноосферы как практического гуманизма. Классики марксизма-ленинизма видели в освобожденном труде человечества не только классовый и социально-экономический аспект. Построение коммунистического общества предполагает оптимизацию взаимодействия общества и природы. Теории научного коммунизма изначально присущ ноосферный смысл и учение В.И. Вернадского раскрывает естественноисторическое содержание научного коммунизма.

А.Г. Назаров и Н.А. Кардаков рассмотрели новые подходы к управлению природно-народнохозяйственной целостностью в связи с осмыслением сущности перехода биосферы в ноосферу. Подчеркнув необходимость работы с концепцией ноосферы не только на описательном, но и на практическом уровне, докладчики акцентировали внимание на деятельностной сущности концепции ноосферы, которая, по его мнению, требует при изучении ноосферных регионов создавать научный аппарат изначально ориентированный на управление этими регионами.

И.Б. Новик отметил, что определяя ноосферу как сферу могущества разума, В.И. Вернадский в силу исторических причин не мог определить "знака" этого могущества. Необходим новый подход к оптимизации биосферы: наряду с производящей деятельностью должны развиваться формы контролирующей и компенсируемой деятельности. Любое взаимодействие

человека и природы должно базироваться на принципе биосферосовместимости.

Доклад Р.К. Баландина был посвящен проблеме организованности биосферы и механизма техносферы. Докладчик определил техносферу как область техногенеза — реальной технической деятельности человечества на Земле. По его мнению, создание техногенной системы является переходом на более низкий, по сравнению с биосферой, уровень организованности, что придает ей сходство с механизмом.

В.С. Неаполитанская отметила, что, рассматривая научную мысль как основной фактор становления ноосферы, В.И. Вернадский понимал под этим прежде всего творческую работу личности. Вся жизнь самого В.И. Вернадского является ярким примером ноосферно-созидающей деятельности.

А.В. Нагорный в докладе "Ноосфера и экологизация производства" изложил один из вариантов конкретного технологического решения проблемы замкнутого безотходного технологического цикла, который удалось осуществить группе ученых г. Запорожья, разработавших модель "экологической адаптации производительных сил общества к производительным силам биосферы". В основе технологии — нейтрализация биогеохимическим путем массы вредного вещества антропогенного происхождения с целью его безопасного возвращения в биогенный круговорот.

Э.В. Гирусов охарактеризовал понятие "ноосфера" как глубоко философское и социальное, которое не сводится к совокупности информационных процессов. Интегральным результатом направленной деятельности человека в природной среде должно быть экологическое самообеспечение живых существ, что для человека связано с реализацией свойства "автотрофности". Гео- и био-социальная сущность ноосферы, жизнеспособная направленность ее развития сближают понятия "ноосфера" и "коммунизм".

Большинство докладов конференции было посвящено следующим темам: место и роль учения о переходе биосферы в ноосферу в научном наследии В.И. Вернадского, влияние процесса перехода биосферы в ноосферу на современные экологические проблемы, определение понятия "ноосфера", мировоззренческие и практические аспекты ноосферы.

Конференция раскрыла многогранность и сложность учения В.И. Вернадского, в ее рекомендациях отмечена современность и важность привлечения широких кругов научной общественности, и прежде всего преподавателей философии и естествознания к исследованию и творческому развитию наследия В.И. Вернадского.

Учитывая наличие большого разнообразия, часто противоположных точек зрения на понимание ноосферы, факторы ее становления, пространственно-временные параметры, конференция отметила желательность создания путем обсуждения в печати общепринятого определения ноосферы, в основу которого конференция рекомендовала положить понимание ноосферы В.И. Вернадским, как преобразованной трудом и разумом человека биосферы, где научная мысль, коллективный разум человечества в процессе практической производственной деятельности людей выступают мощной социальной и геологической силой в планетном и космическом масштабах, подтверждая положение К. Маркса о превращении науки в непосредственную производительную силу.

Кроме того, в различных городах СССР состоялись юбилейные заседания,

посвященные памяти В.И. Вернадского. 22 февраля 1983 г. в Ленинграде состоялось заседание Гидрогеологической комиссии Всесоюзного географического общества совместно с Геологической секцией Северо-Западного территориального правления Научно-технического горного общества (СЗТП НТГО); на этом заседании Н.И. Толстихин сделал доклад об учении В.И. Вернадского о природных водах и поделился воспоминаниями о личных встречах с великим ученым.

Юбилей В.И. Вернадского был отмечен 9 марта 1983 г. на заседании Всесоюзного минералогического общества АН СССР (Ленинград). О.М. Римская-Корсакова выступила на нем с докладом "В.И. Вернадский в Петербурге—Петрограде—Ленинграде". В докладе А.В. Лапо "Живое вещество и минералообразование" были проанализированы отличительные особенности биогенных минералов и предложено их разделение на ортобиогенные и метобиогенные.

Также в Ленинграде 11 марта 1983 г. было проведено юбилейное заседание Комиссии планетологии Всесоюзного географического общества совместно с Геологической секцией СЗТП НТГО. На этом заседании А.Н. Олейников в докладе "Идеи В.И. Вернадского о биосфере и ноосфере" уделил особое внимание проблемам эволюционного развития и взаимодействия планетарных оболочек Земли, а также вопросам взаимоотношения человека и окружающей его среды. В докладе К.В. Холшевникова "В.И. Вернадский о ноосфере и поиски внеземного разума" была рассмотрена концепция ноосферы и было показано, что наличие на Земле биосферы может быть установлено гипотетическим наблюдателем, находящимся в Солнечной системе, а влияние ноосферы на земные процессы может быть обнаружено с расстояния порядка 100 световых лет.

В Ярославле 18 марта 1983 г. был проведен вечер, посвященный 120-летию со дня рождения ученого, на котором выступили А.Н. Иванов с докладом "В.И. Вернадский и его учение о биосфере", А.И. Дитмар с докладом "В.И. Вернадский как историк науки". Состоялись торжественные заседания также в Киеве, Новосибирске, Барнауле, Иркутске и других городах.

ABSTRACT

Scientific and organization events to commemorate the 120th jubilee of V.I. Vernadsky which were held in 1982–1983 are reviewed. Scientific conferences, symposia, seminars, meetings were held in Moscow, Leningrad, Puschino, Kiev, Tartu, Novosibirsk, Ivanovo, Barnaul, Yaroslavl and other scientific and educational centres of this country.

И.А. Тугаринов

**КОМИССИЯ АКАДЕМИИ НАУК СССР
ПО РАЗРАБОТКЕ НАУЧНОГО НАСЛЕДИЯ
АКАДЕМИКА В.И. ВЕРНАДСКОГО:
ПРЕДЫСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Воссоздание в 1985 г. Комиссии АН СССР по разработке научного наследия академика В.И. Вернадского отражает выявившуюся настоятельную потребность на новом уровне вернуться к детальному исследованию и творческому применению в сегодняшней практике идей выдающегося естествоиспытателя и мыслителя Владимира Ивановича Вернадского. Путь к постижению новых граней его творчества, который занял четыре десятилетия — от создания в 1945 г. Комиссии для разработки научного наследия через деятельность разрозненных центров по изучению и пропаганде творчества ученого к объединению усилий под эгидой новой Комиссии АН СССР по разработке научного наследия академика В.И. Вернадского — нуждается в обстоятельном исследовании. Данная же статья призвана лишь наметить кратко хронологию этого большого пути, останавливаясь в основном на тех событиях, организациях, людях, которые сыграли свою роль в предыстории организации Комиссии и вели ту работу, которую должна теперь взять на себя новая Комиссия. В выполнении этой задачи автору оказали большую помощь М.С. Бастракова, В.С. Неаполитанская, И.И. Мочалов и особенно Н.А. Кардаков, которым он выражает самую искреннюю признательность.

* * *

Владимир Иванович Вернадский скончался 6 января 1945 г. 8 января в газете "Правда" был помещен некролог [6] и статья Президента Академии наук СССР академика В.Л. Комарова "Памяти В.И. Вернадского", в которой он характеризует В.И. Вернадского как универсального естествоиспытателя, свершившего большое число открытий мирового уровня и положившего начало новым, далеко идущим научным направлениям, как основателя крупнейших научных центров и научных школ. "Он был старейшим из нас, — писал В.Л. Комаров, — но какой юношески свежей была его мысль... Эта свежесть и смелость мысли вместе с замечательной душевной чистотой, исключительной скромностью и большой любовью к людям создавали обаятельный образ ученого". [53].

Многие ученые уже в то время осознавали величие идей В.И. Вернадского не только в области геологии и геохимии. В речи на гражданской панихиде 9 января 1945 г. член-корреспондент АН СССР Х.С. Коштыянец сказал: "Трудно оценить все значение научного подвига Владимира Ивановича Вернадского как для настоящего, так и для будущего науки в области биологии. Это трудно сделать нам современникам, так как многие его выводы неожиданны для нас, потому что они перекликаются с наукой будущего, ждут новых фактов этой науки будущего. Но если на долю будущих поколений ученых придется расшифровка обобщений Вернадского, то на нашу

долю выпало величайшее счастье жить и работать вместе с Владимиром Ивановичем Вернадским. Мы должны сохранить для будущего величественный образ ученого, мудреца и прекрасного человека" [1].

В тот же день в центральных газетах было опубликовано Постановление Совета Народных Комиссаров СССР об увековечении памяти ученого, второй пункт которого гласил: "Поручить Академии наук СССР издать труды академика Вернадского В.И." [67].

Выполняя это Постановление Академия наук СССР 5 октября 1945 г. организовала [75] Комиссию для разработки научного наследства и подготовки к изданию трудов академика В.И. Вернадского. В ее состав вошли академик Н.Д. Зелинский (председатель), академик А.Н. Заварицкий, члены-корреспонденты АН СССР А.П. Виноградов, Х.С. Коштоянц, С.И. Вольфович, доктор химических наук В.И. Горемькин. Президиум АН СССР также признал целесообразным организацию музея-кабинета академика В.И. Вернадского в здании Лаборатории геохимических проблем им. В.И. Вернадского (с 1947 г. Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского — ГЕОХИ).

Комиссия приняла решение издать шесть томов Избранных сочинений В.И. Вернадского, состоящих главным образом из работ, опубликованных на русском и иностранных языках. Издание осуществлялось по издательскому плану ГЕОХИ АН СССР, главным редактором был академик А.П. Виноградов. В 1954 г. вышел из печати первый том Избранных сочинений, в который вошли "Очерки геохимии" и ряд других работ по геохимии и радиогеологии [9]. Тома второй, третий и четвертый включили "Опыт описательной минералогии", "Историю минералов земной коры", в том числе "Историю природных вод", "Опыт гидрохимии и геохимии вод Земли" (единственную в этом издании неопубликованную работу) и ряд избранных работ по минералогии [10–13]. Пятый том, последний из вышедших, увидел свет в 1960 г. и содержал знаменитую "Биосферу" (очерки "Биосфера в космосе" и "Область жизни"), статьи по биогеохимии, а также ряд работ, посвященных почвам, газам, метеоритам и космической пыли [14].

Подготовка Избранных сочинений к печати потребовала большой работы по комментированию текстов, расшифровке рукописных дополнений к опубликованным работам, подготовленным ранее самим Вернадским, редактированию и т.п. Этот труд лег на большую группу сотрудников ГЕОХИ и ряда других научных учреждений. В ней приняли участие А.П. Виноградов, Г.П. Барсанов, О.М. Шубникова, Б.Л. Личков, С.М. Манская, А.В. Астров, Т.В. Дроздова, Н.С. Кун, А.И. Тугаринов, К.М. Феодотьев и др. Наиболее кропотливую часть работы по расшифровке рукописей, составлению библиографии, выверке текстов по различным изданиям провели личный секретарь ученого А.Д. Шаховская и ее неизменный помощник и продолжатель ее дела В.С. Неаполитанская.

В 1953 г. — в год 90-летия со дня рождения В.И. Вернадского — состоялось торжественное открытие памятника-надгробия В.И. Вернадскому на Новодевичьем кладбище (скульптор З.М. Виленский). В этом же году после завершения строительства здания ГЕОХИ был открыт Кабинет-музей В.И. Вернадского. В план здания была включена комната, повторяющая планировку кабинета в последней квартире В.И. Вернадского в Москве в доме по Дурновскому переулку. В Кабинете-музее в неприкосновенности

сохранена обстановка, в которой работал ученый: мебель, картины и фотографии на стенах; на столах разложены книги, журналы, рукописи в том порядке, как и при жизни ученого. "Самое ценное в Кабинете-музее — библиотека; она содержит более 6800 книг и журналов и 46 географических карт и атласов" [92]. В книгах многочисленные отметки В.И. Вернадского, представляющие большой интерес для изучения творчества ученого. С момента открытия Кабинет-музей стал центром дальнейшей работы над наследием В.И. Вернадского. Здесь продолжали работу по расшифровке рукописей А.Д. Шаховская, ставшая хранителем Кабинета-музея, и В.С. Неаполитанская, сюда приходили сотрудники ГЕОХИ и других институтов работать над неопубликованными трудами ученого, обмениваться мнениями по проблемам творчества В.И. Вернадского.

На заседаниях в ГЕОХИ, посвященных памяти ученого, лица, знавшие Владимира Ивановича, выступали с докладами, освещающими развитие его идей в геохимии и других науках о Земле. На методологическом семинаре ГЕОХИ в 1958 г. молодой сотрудник института Ю.П. Трусов сделал два доклада: о методологических основах и сущности геохимических идей В.И. Вернадского и о понимании ученым пространства—времени. Эти и последующие доклады с новой силой пробудили интерес к философскому наследию В.И. Вернадского, к неизвестным его страницам.

В 1959 г. по инициативе директора ГЕОХИ академика А.П. Виноградова была установлена традиция ежегодных Научных чтений имени В.И. Вернадского, приуроченных ко дню рождения ученого (12 марта). Первое Научное чтение состоялось в марте 1959 года, на нем "был заслушан доклад А.П. Виноградова "Химическая эволюция Земли". За прошедшие 26 лет на чтениях с докладами выступили академики Н.В. Белов, Д.С. Коржинский, Н.М. Страхов, В.С. Соболев, А.В. Сидоренко, Л.В. Таусон, члены-корреспонденты АН СССР Н.И. Хитаров, А.Б. Ронов, член-корреспондент ВАСХНИЛ В.В. Ковальский, профессор В.И. Баранов, зарубежные ученые Т. Барт (Норвегия), Ж. Виар (Франция), П.В. Гаст (США), Р. Гаррелс (США), А.Е. Рингвуд (Австралия), Т. Оуэн (США) и другие докладчики. Тематика докладов всегда была связана с самыми актуальными вопросами геохимии. Так, в 1984 г. на 25-ом научном чтении профессор Р. Принн (США) сделал доклад "Химия атмосферы Венеры, Сатурна и Титана по данным новейших космических исследований".

Весной 1960 г. в ГЕОХИ сформировался кружок В.И. Вернадского во главе с учеником Владимира Ивановича В.И. Барановым, заместителем директора института. Задачей кружка была подготовка к 100-летию со дня рождения В.И. Вернадского (1963 г.). К дню юбилея планировалось "разобрать все научное наследие ученого, осветить его в печати, донести до внимания широких кругов читателей, так же как и обширные материалы почитательной биографии замечательного русского естествоиспытателя" [74]. В работе кружка участвовали сотрудники ГЕОХИ и многих других академических учреждений, в том числе академики Н.С. Шатский, Д.И. Щербаков, члены-корреспонденты АН СССР К.А. Власов, А.А. Сауков, профессора В.В. Тихомиров, И.И. Гинзбург, Н.И. Антипов-Каратаев, Н.П. Херасков, Э.Е. Вайнштейн, научные сотрудники К.П. Флоренский, Ю.П. Трусов, А.М. Симорин, В.С. Неаполитанская, В.В. Ковальский, Л.М. Хитров, Г.Б. Наумов, Б.П. Высоцкий, А.А. Ярошевский, Г.Н. Саенко, К.К. Жиров и многие дру-

гие. Ученым секретарем кружка стала М.А. Драгомирова, назначенная в 1957 г. после ухода на пенсию А.Д. Шаховской хранителем Кабинета-музея.

Кружок провел большую работу и сыграл значительную роль в ознакомлении широкой общественности с идеями В.И. Вернадского, в преодолении искажений взглядов В.И. Вернадского. Ряд докладов, заслушанных на заседаниях кружка был опубликован [80, 82]. Кружком был подготовлен проект юбилейного сборника к 100-летию ученого, который был частично реализован впоследствии путем публикации нескольких юбилейных сборников и ряда статей. На заседании кружка в июле 1960 г. было принято решение "всемерно содействовать подготовке к печати рукописи В.И. Вернадского "Химическое строение биосферы Земли и ее окружения", выполняемая необходимой редакторскую и техническую работу силами членов кружка" [74].

Группа в составе В.И. Баранова, Ю.П. Трусова, К.П. Флоренского и В.С. Неаполитанской продолжила начатую еще А.Д. Шаховской работу по подготовке к изданию этого труда, который В.И. Вернадский называл "главной книгой" своей жизни. Положительные отзывы на книгу академиков В.Г. Фесенкова, Д.И. Щербакова, профессора Н.И. Антипова-Каратаева и энергичная поддержка академиков Б.М. Кедрова и А.Л. Яншина ускорили публикацию, и в 1965 г. книга вышла из печати [15].

В 1963 г. в СССР широко отмечалось 100-летие со дня рождения В.И. Вернадского. По инициативе академика А.П. Виноградова Президиум АН СССР принял 2 февраля 1962 г. Постановление о мероприятиях, связанных с юбилеем [71]. Была учреждена золотая медаль имени В.И. Вернадского, присуждаемая Академией наук СССР за лучшие работы в области биогеохимии, геохимии и космохимии, увеличена учрежденная в 1943 г. премия АН СССР имени В.И. Вернадского. На старом здании Московского университета была установлена мемориальная доска. Кроме того, были выпущены почтовые марки и нагрудный значок с портретом В.И. Вернадского.

12 марта 1963 г. в день рождения великого ученого в Актовом зале МГУ на Ленинских горах состоялось Торжественное заседание Академии наук СССР совместно с Московским государственным университетом им. М.В. Ломоносова, на котором выступил президент АН СССР академик М.В. Келдыш, академики А.П. Виноградов и Д.И. Щербаков. Отделение химических наук АН СССР провело Научную сессию, посвященную юбилею, перед участниками которой с докладами выступили академик Н.Н. Семёнов, доктора геолого-минералогических наук Н.И. Хитаров и Э.К. Герлинг, доктор химических наук Е.С. Макаров. В период с 6 по 22 марта в МГУ состоялись торжественные расширенные заседания ученых советов факультетов, а также Общего собрания членов Московского общества испытателей природы, активным членом которого был В.И. Вернадский.

С 14 по 19 марта 1963 г. в Московском доме ученых проходили заседания Всесоюзной Геохимической конференции по проблеме "Химия земной коры", посвященной столетию со дня рождения В.И. Вернадского. В работе конференции приняли участие 1300 ученых, в том числе зарубежные гости из 10 стран — Болгарии, Венгрии, Румынии, ГДР, Японии, Дании, ФРГ, Франции, Канады и США. На конференции было заслушано более 70 докладов, по многим из которых развернулись оживленные дискуссии.

Конференция явилась важным этапом в развитии мировой и отечественной геохимии, в разработке научного наследия В.И. Вернадского [88, 89, 90].

Научные сессии, связанные с юбилеем, были организованы по всей стране. В Ленинграде состоялась Юбилейная научная сессия Географического общества [59] и другие заседания. В Ереване в работе Юбилейной научной сессии Академии наук Армянской ССР участвовало более 300 человек, было заслушано и обсуждено 15 докладов [60].

Широко отмечался юбилей ученого на Украине, где В.И. Вернадский явился организатором и первым президентом Украинской Академии наук. Состоялось торжественное собрание Академии наук УССР, а также заседания других организаций, посвященные 100-летию со дня рождения ученого. Были подготовлены к печати Избранные труды В.И. Вернадского на украинском языке [17] и выпущен сборник статей, посвященный юбилею [41]. В Киеве именем В.И. Вернадского был назван проспект и установлен памятник ученому. Флагманом научно-исследовательского флота Академии наук УССР стало океанское судно "Академик Вернадский". Позднее в 1973 г. (в честь 110-летия со дня рождения великого ученого естествоиспытателя) Академия наук УССР учредила премию имени В.И. Вернадского, присуждаемую за выдающиеся работы в области геологии, геохимии, геофизики и гидрогеологии [94].

В связи с юбилеем в советских газетах и журналах было опубликовано большое количество материалов и статей о В.И. Вернадском и его творчестве [9, 38, 39, 62, 76, 87 и др.], вышли многочисленные сборники, посвященные развитию различных направлений наследия ученого [41, 42, 43, 59, 89, 90], монографии [7, 52], опубликован сборник воспоминаний о В.И. Вернадском [49].

Одновременно проводились мероприятия по увековечению памяти В.И. Вернадского. По предложению Президиума АН СССР наименование "Проспект Вернадского" было присвоено еще в 1956 г. новой магистрали Москвы, берущей начало у здания Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского на Ленинских горах. В 1964 г. получила название "Проспект Вернадского" и станция Московского метрополитена. В ее вестибюле был установлен мраморный бюст В.И. Вернадского работы З.М. Виленского. В честь В.И. Вернадского были названы минералы, горы и другие природные объекты [64, с. 421].

В 1971 г. в Москве проходил Первый Международный геохимический конгресс, организованный по инициативе вице-президента АН СССР академика А.П. Виноградова. В честь Конгресса была выпущена памятная почтовая открытка с портретом В.И. Вернадского и надписью "Геохимия — история химических элементов нашей планеты. — В.И. Вернадский". В программу Конгресса был включен симпозиум "Человек и биосфера". Доклады советских и зарубежных ученых, прочитанные на конгрессе [79], явились новым крупным вкладом в развитие геохимии, в разработку идей В.И. Вернадского и его научной школы.

Празднование юбилея дало новый импульс работе над наследием ученого. В 1963 г. в Архиве АН СССР начала работать на общественных началах В.С. Неаполитанская и сюда переместился центр по разработке неопубликованной части наследия В.И. Вернадского. Еще в октябре 1945 года в Архив АН СССР были переданы обширные рукописные материалы из каби-

нета В.И. Вернадского: неопубликованные рукописи, дневники, экскурсионные записные книжки, черновые заметки, обширная переписка, архив семьи Вернадских и Старицких. В Кабинете-музее В.И. Вернадского хранились только те рукописные материалы, которые являлись дополнением к опубликованным работам ученого, подготовленные к печати при его жизни, а также черновые машинописные копии расшифрованных А.Д. Шаховской рукописей: "Научная мысль как планетное явление", "Химическое строение биосферы Земли и ее окружения", трудов по истории науки. Материалы богатейшего архива В.И. Вернадского были разобраны, систематизированы и описаны сотрудницей Архива Л.К. Кувановой [92, с. 7]. Архивные материалы В.И. Вернадского (фонд 518) насчитывают 4078 единиц хранения [65]. Кроме того, большое количество архивных документов, связанных с именем В.И. Вернадского, хранится в архивах Киева, Ленинграда, Симферополя и других городов нашей страны, а также за рубежом: в Чехословакии, Франции, США.

Первой крупной публикацией материалов из фонда В.И. Вернадского в Архиве АН СССР было издание Институтом истории естествознания и техники АН СССР в 1951 г. переписки ученого с В.В. Докучаевым [50].

По инициативе В.С. Неаполитанской и при поддержке директора Архива АН СССР Б.В. Левшина началась работа по подготовке к печати фундаментального труда В.И. Вернадского "Научная мысль как планетное явление". Работу по подготовке рукописи, перепечатке, редактированию, археографии и комментированию провели К.П. Флоренский, М.С. Бастрарева, И.И. Мочалов, В.С. Неаполитанская, Н.В. Филиппова. В состав редколлегии вошли академики Б.М. Кедров, А.Л. Яншин, В.П. Казначеев, доктора философских наук И.В. Кузнецов и Н.Ф. Овчинников, принимавшие участие в составлении комментариев. Также были подготовлены к печати неопубликованные работы В.И. Вернадского "Пространство и время в живой и неживой природе". Большую роль в подготовке этих рукописей к печати и их издании сыграл академик Б.М. Кедров, который и предложил для этих трудов общее название "Размышления натуралиста". В 1975—1977 гг. работы вышли в свет [18, 19].

В 1978 г. была издана работа В.И. Вернадского "Живое вещество" [20], представляющая собой выборку наиболее актуальных материалов из большой рукописи В.И. Вернадского, хранящейся в Архиве АН СССР. Рукопись готовили к печати В.С. Неаполитанская и Н.В. Филиппова; подбор материалов был осуществлен К.П. Флоренским.

Впервые увидели свет "Очерки по истории современного научного мировоззрения" и другие работы В.И. Вернадского, вошедшие в первый том "Избранных трудов по истории науки", изданный в 1981 г. под редакцией члена-корреспондента АН СССР С.Р. Микулинского [22]. Кроме этих работ, продолжали переиздаваться ранее опубликованные труды В.И. Вернадского: в 1967 г. вышла книга "Биосфера (Избранные труды по биогеохимии)" [16], в 1980 г. — "Проблемы биогеохимии" [21], где изданные в разное время очерки были собраны воедино в той последовательности, как это было задумано автором, в 1983 г. — "Очерки геохимии" [23], текст которых даже ближе к прижизненному изданию 1934 г.

Ученик В.И. Вернадского Б.Л. Личков совместно с В.С. Неаполитанской начал подготовку к печати своей переписки с В.И. Вернадским. Переписка

была опубликована в 1979—1980 гг. [69—70]. В 1981 году увидела свет подборка "Страницы автобиографии В.И. Вернадского" [78], где основное место занимают фрагменты из дневников, писем и других архивных документов. Большое значение для ознакомления широких кругов читателей с наследием В.И. Вернадского имела также публикация архивных материалов и малоизвестных работ ученого в сборниках статей, в научных и научно-популярных журналах. Эта работа, начатая еще А.Д. Шаховской [24], была продолжена В.С. Неаполитанской, К.П. Флоренским, И.И. Мочаловым; в разное время материалы В.И. Вернадского публиковали М.С. Бастракова, А.А. Лин, С.П. Капица, Н.Ф. Овчинников, А.И. Перельман, Ю.Г. Шишина, Н.В. Филишова и другие [25—36].

Параллельно продолжалась работа по популяризации биографии и научного наследия В.И. Вернадского, начавшаяся еще при жизни ученого. В 1945—1946 гг. был опубликован ряд статей о В.И. Вернадском его учениками и соратниками — А.Е. Ферсманом, Б.Л. Личковым, Д.И. Щербakovым и др. [56, 83, 84, 85, 91, 95]. В 1947 г. вышла из печати краткая биобиблиографическая справка о В.И. Вернадском [37], а в 1948 г. статья К.А. Власова "В.И. Вернадский" [40]. Монографическое изучение жизни и деятельности ученого началось в 1948 г. с монографии Б.Л. Личкова "Владимир Иванович Вернадский" [57], сразу же ставшей библиографической редкостью. В 1959 г. популярная биография В.И. Вернадского была опубликована А.Д. Шаховской, но тоже очень малым тиражом [92]. И только в 1961 г. в серии "Жизни замечательных людей" вышла книга Л.И. Гумилевского "Вернадский" [45]. Внимание широкой общественности к идеям В.И. Вернадского привлекли выступления в печати в 1968—1970 гг. И.М. Забелина [47] и других ученых и публицистов, а также книга В.М. Корсунской и Н.М. Верзилина "В.И. Вернадский", опубликованная в 1975 г. издательством "Провсечение" в качестве пособия для учителей.

Глубокое исследование жизни и творчества великого ученого осуществил И.И. Мочалов в монографии "В.И. Вернадский — человек и мыслитель" [63] и в фундаментальной научной биографии "Владимир Иванович Вернадский" [64], изданной в 1982 г. Продолжая исследование и популяризацию творчества ученого, Р.К. Баландин опубликовал в 1979 г. книгу "Вернадский: жизнь, мысль, бессмертие" [2], а в 1983 г. — "Поиски истины (Жизнь и творчество В.И. Вернадского)" [3], которые вышли также на нескольких иностранных языках. В 1979 г. была опубликована также работа А.В. Лапо "Следы былых биосфер" [55], популярно рассказывающая о развитии идей В.И. Вернадского о биогенных процессах в земной коре.

Большую роль в популяризации идей В.И. Вернадского и в объединении энтузиастов разработки его наследия сыграли вечера, посвященные творчеству великого ученого в Московском Доме ученых, Центральном лектории Всесоюзного общества "Знание", Политехническом музее, Клубе "Эврика" при Московском Доме научно-технической книги, организованные в 1980—1981 гг. А.В. Быховским, Н.А. Кардаковым, В.С. Неаполитанской, В.Н. Ягодинским и др.

В то же время интенсивно продолжалась научная работа по развитию наследия В.И. Вернадского. В последние двадцать лет было опубликовано огромное число работ, посвященных дальнейшей разработке идей ученого

208

в различных областях науки. Объем статьи не позволяет перечислить даже небольшую часть этих исследований. Главное место в этом потоке публикаций занимают работы, связанные с проблемами учения о биосфере. Особенно усилился интерес к этой части творчества В.И. Вернадского после известного постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР 1972 г. "Об усилении охраны природы и улучшении использования природных ресурсов". В 1973 г. — 110-летней годовщине со дня рождения В.И. Вернадского — состоялось Общее собрание Академии наук СССР, посвященное проблемам охраны биосферы и рациональному использованию биологических ресурсов, наметившее проведение большого комплекса научных работ по вопросам окружающей среды. В своем выступлении на этом заседании академик А.Л. Яншин напомнил, что замечательный русский ученый В.И. Вернадский еще более 30 лет назад предсказал неизбежность превращения и преобразования биосферы в ноосферу, в сферу Земли, организуемую и управляемую человеческим разумом. "Мысли и предсказания В.И. Вернадского, касающиеся судьбы биосферы, — сказал А.Л. Яншин, — по сей день не потеряли актуальности, и поэтому следует позаботиться о переиздании его трудов на эту тему, которые стали библиографической редкостью" [98]. В эти годы имя В.И. Вернадского часто звучало на Всесоюзных конференциях и совещаниях, посвященных самым различным аспектам науки от проблем научно-технической революции до философских вопросов естествознания, на симпозиумах и семинарах, проходивших под эгидой ЮНЕСКО, ООН, Международного Совета Научных Союзов (МСНС) и других международных организаций. В публикациях большой вес приобрели работы, посвященные проблемам перехода биосферы в ноосферу [8, 46, 48, 51, 61, 68, 77, 86, 99, 100]. В этом учении В.И. Вернадского многие авторы видят теоретический фундамент для комплексного решения столь острых сейчас глобальных проблем [44, 76, 77, 99], для интеграции общественных и естественных наук [86], что еще более усиливает интерес к творчеству ученого среди широких кругов научной общественности.

Значительный размах исследований по разработке наследия В.И. Вернадского потребовал новых организационных форм объединения их участников. В 1979 г. по инициативе А.В. Быховского при Научном совете АН СССР по комплексной проблеме "Философские и социальные проблемы науки и техники" под председательством ученика В.И. Вернадского К.П. Флоренского была создана Экспертная группа по научному наследию В.И. Вернадского в составе академика Б.С. Соколова, профессоров А.В. Быховского, С.П. Капицы, И.И. Мочалова, а также Н.А. Кардакова. Вокруг Экспертной группы объединились и приняли участие в ее работе многие активные участники работы с наследием ученого: В.С. Неаполитанская, М.С. Бастракова, Р.К. Баландин, А.Г. Назаров, М.К. Кожаринов и др.

Экспертная группа поставила вопрос о необходимости воссоздания Комиссии АН СССР по разработке научного наследия В.И. Вернадского и о создании Музея биосферы им. В.И. Вернадского в Москве, а также представила план мероприятий по дальнейшей разработке его наследия, по увековечению памяти В.И. Вернадского и празднованию 120-летия со дня рождения ученого.

Предложения Экспертной группы были рассмотрены Бюро Отделения геологии, геофизики и геохимии АН СССР, которое поддержало проект

воссоздания Комиссии по разработке научного наследия В.И. Вернадского при Президиуме АН СССР и организовало 15 октября 1981 г. Комиссию по разработке научного наследия В.И. Вернадского при Отделении геологии, геофизики и геохимии АН СССР во главе с академиком Б.С. Соколовым. Членами Комиссии стали академики А.Л. Яншин, Б.М. Кедров, академик АМН СССР В.П. Казначеев, члены-корреспонденты АН СССР В.Л. Барсуков, С.Р. Микулинский, И.Т. Фролов и многие другие видные ученые. В состав Комиссии вошли также энтузиасты изучения и пропаганды наследия В.И. Вернадского Г.П. Аксенов, М.С. Бастракова, А.В. Быховский, Н.А. Кардаков, И.И. Мочалов, А.Г. Назаров, В.С. Неаполитанская, К.П. Флоренский, И.А. Тугаринов и др.

За период с 1981 по 1984 гг. Комиссия Отделения разработала проект положения о Комиссии по разработке научного наследия академика В.И. Вернадского при Президиуме АН СССР, представила предложения по ее персональному составу. Был подготовлен детальный план юбилейных мероприятий празднования 120-летия В.И. Вернадского в 1983 г., подготовлено и проведено совместно с Институтом геохимии и аналитической химии им В.И. Вернадского, Институтом литосферы и Научным советом АН СССР по проблемам биосферы Торжественное заседание в Московском доме ученых, а также Симпозиум "В.И. Вернадский и современность". Совместно с Ивановским государственным университетом и Философским обществом СССР была организована Конференция "Учение В.И. Вернадского о переходе биосферы в ноосферу, его философское и общенаучное значение".

Комиссия продолжила начатое Экспертной группой дело создания в Москве общедоступного музея В.И. Вернадского. В июне 1984 г. Мосгорисполкомом было принято решение о передаче дома по Zubovskomu бульвару, где В.И. Вернадский жил во время приезда в Москву, Институту литосферы АН СССР для его реставрации и размещения в нем экспозиции, посвященной В.И. Вернадскому.

В 1983 г. Комиссия разработала и представила в Бюро Отделения геологии, геофизики и геохимии АН СССР проект празднования 125-летнего юбилея В.И. Вернадского в 1988 г., включающий создание в системе Академии наук СССР Научного музея В.И. Вернадского, установку в Москве памятника В.И. Вернадскому, организацию и проведение в Москве Международной конференции под эгидой ЮНЕСКО и ЮНЕП "Учение В.И. Вернадского о биосфере и ноосфере и глобальные проблемы современности". Кроме этого, Комиссия вела большую текущую работу: шла подготовка организации филиалов Комиссии в Ленинграде, Киеве, Полтаве, Тамбове, Барнауле и других городах; на заседаниях Комиссии рассматривались вопросы увековечения памяти В.И. Вернадского, обсуждались публикации и сценарии фильмов о жизни и творчестве ученого. Комиссия поддержала сценарий документального фильма "Закон Вернадского" Р.А. Григорьевой и оказала помощь съемочной группе режиссера Р.П. Сергиенко. Фильм вышел на экраны в июне 1984 г.

В апреле 1985 г. Президиум Академии наук СССР принял постановление об организации Комиссии по разработке научного наследия академика В.И. Вернадского при Президиуме АН СССР во главе с вице-президентом АН СССР академиком А.Л. Яншиным. Перед комиссией поставлены боль-

шие задачи по скорейшей публикации актуальных для современной науки рукописных трудов В.И. Вернадского и переиздания его работ, большинство из которых стало библиографической редкостью. Особое внимание предполагается уделить публикации наиболее важных для современности произведений В.И. Вернадского на иностранных языках. Также необходимо начать подготовку к изданию полного собрания сочинений В.И. Вернадского.

Важным направлением Комиссии и создающегося Музея В.И. Вернадского явится выявление, сбор, хранение и изучение всех архивных материалов, относящихся к жизни и деятельности В.И. Вернадского.

Основной задачей Комиссии явится научная организация и координация всех работ, связанных с изучением творческого наследия В.И. Вернадского, с развитием, популяризацией и пропагандой его идей, собиранием, сохранением и публикацией его документального наследия.

Для выполнения этой задачи Комиссия, как предполагается, будет оказывать содействие научным учреждениям и организациям, советским и зарубежным ученым в проведении научных исследований, в учебной и пропагандистской работе в областях знаний, связанных с творчеством В.И. Вернадского. Большую помощь в этом ей сможет оказать созданный Всесоюзным советом научно-технических обществ (ВСНТО) и Всесоюзным институтом повышения квалификации работников печати в 1985 г. Всесоюзный народный университет биосферных знаний имени В.И. Вернадского, который возглавил академик Б.Н. Ласкорин. Большую часть своей деятельности Комиссии предстоит осуществлять в тесном контакте с Научным советом АН СССР по проблемам биосферы, связи с которым все более укрепляются.

Организация Комиссией совещаний и конференций по актуальным вопросам дальнейшего развития творчества В.И. Вернадского должна внести свой вклад и в непосредственное решение самых разнообразных проблем современной науки от кристаллографии до философских вопросов естествознания, ибо, как показывает опыт работы с наследием последнего десятилетия, ученые разных специальностей, вооруженные самой современной техникой, находят в работах В.И. Вернадского ответы на самые неожиданные вопросы, поставленные, казалось бы, только последними достижениями науки.

”Владимир Иванович Вернадский принадлежит к редкому типу ученых, величина и прозорливость трудов которых с течением времени не уменьшается, а растет. Не будет преувеличением сказать, что большинство тем, над которыми работают ученые во всем мире, были когда-то предложены В.И. Вернадским, — сказал один из продолжателей геохимических исследований, начатых В.И. Вернадским, член-корреспондент АН СССР А.И. Тугаринов. — Я с уверенностью могу сказать, что еще долго геохимии будут вдохновляться идеями В.И. Вернадского, многие из которых лежат нетронутыми пластами.” [81]. И хотя Комиссия АН СССР по разработке научного наследия В.И. Вернадского утверждена пока сроком на 5 лет, можно не сомневаться, что объем ее работы будет только возрастать с развитием науки по мере осознания широкими кругами научных работников тех глубин мироздания, в которые проник один из выдающихся умов человечества Владимир Иванович Вернадский.

Main steps in the creation and work of the USSR Academy of Sciences Commission on scientific heritage of academician V.I. Vernadsky established in 1945 as well as activity of enterprises and volunteers aimed at the development of V.I. Vernadsky's ideas till the Commission reestablishment in 1985 are highlighted.

ЛИТЕРАТУРА

1. Академик В.И. Вернадский. Гражданская панихида 9 января 1945 г. — Вестник АН СССР, 1954, № 3, с. 79–94.
2. Баландин Р.К. Вернадский: жизнь, мысль, бессмертие. М.: Знание, 1979. 176 с.
3. Баландин Р.К. Поиски истины (Жизнь и творчество В.И. Вернадского). М.: Дет. лит., 1983. 302 с.
4. Баранов В.И. От редактора. — В кн.: Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Изд-во АН СССР, 1965, с. 5–10.
5. Беус А.А. В.И. Вернадский и проблемы советской геохимии. — Сов. геология, 1963, № 3, с. 18–24.
6. В.И. Вернадский (некролог) — Правда, 1945, 8 янв.
7. Бронский Н.А. В.И. Вернадский (К 100-летию со дня рождения). — Ростов н/Д.: Изд-во Рост. ун-та, 1963. 104 с.
8. Быховский А.В. Научно-техническая революция и учение В.И. Вернадского о преобразовании биосферы в ноосферу. — В кн.: Идеино-теоретические проблемы научно-технического прогресса. Свердловск: Изд-во АН СССР (Уральск. научн. центр), 1978, с. 156–162.
9. Вернадский В.И. Избранные сочинения. М.: Изд-во АН СССР, 1954. Т. 1. 696 с.
10. Вернадский В.И. Избранные сочинения. М.: Изд-во АН СССР, 1955. Т. 2. 616 с.
11. Вернадский В.И. Избранные сочинения. М.: Изд-во АН СССР, 1959. Т. 3. 508 с.
12. Вернадский В.И. Избранные сочинения. М.: Изд-во АН СССР, 1959. Т. 4. Кн. 1. 624 с.
13. Вернадский В.И. Избранные сочинения. М.: Изд-во АН СССР, 1960. Т. 4. Кн. 2. 651 с.
14. Вернадский В.И. Избранные сочинения. М.: Изд-во АН СССР, 1960. Т. 5. 422 с.
15. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965. 368 с.
16. Вернадский В.И. Биосфера (Избранные труды по биогеохимии). — М.: Мысль, 1967. 376 с.
17. Вернадский В.И. Избранные труды (на укр. языке). Киев: Наук. думка, 1969. 440 с.
18. Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Пространство и время в неживой и живой природе. М.: Наука, 1975. Кн. 1. 175 с.
19. Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Научная мысль как планетное явление. М.: Наука, 1977. Кн. 2. 191 с.
20. Вернадский В.И. Живое вещество. М.: Наука, 1978. 357 с.
21. Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии. М.: Наука, 1980. 320 с. (Тр. Биогеохим. лаб.; Т. 16).
22. Вернадский В.И. Избранные труды по истории науки. М.: Наука, 1981. 359 с.
23. Вернадский В.И. Очерки геохимии. М.: Наука, 1983. 423 с.
24. Вернадский В.И. Из переписки (К 85-летию со дня рождения). — Природа, 1948, № 9, с. 72–77.
25. Вернадский В.И. Из неопубликованных писем. — Природа, 1963, № 3, с. 57–60.
26. Вернадский В.И. Письма к А.Е. Ферсману. — В кн.: Александр Евгеньевич Ферсман: жизнь и деятельность. М.: Изд-во АН СССР, 1965, с. 411–458.
27. Вернадский В.И. Мысли и замечания о литературе и искусстве. — В кн.: Пути в неизвестное. М.: Советский писатель, 1966, вып. 6, с. 411–430.
28. Вернадский В.И. Из дневников 1884 года. — Природа, 1967, № 10, с. 100.

29. Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление. — Наука и религия, 1968, № 11, с. 18–20.
30. Вернадский В.И. Автотрофность человечества. — Химия и жизнь, 1970, № 8, с. 17–22, 72–75.
31. Вернадский В.И. Предисловия к "Биосфере" и "Очеркам геохимии". — В кн.: Жизнь науки. Антология вступлений к классике естествознания. М.: Наука, 1973, с. 432–438.
32. Вернадский В.И. Размышления натуралиста. — Природа, 1973, № 6, с. 30–41.
33. Вернадский В.И. Эволюция биосферы. — Наука и жизнь, 1974, № 3, с. 40–44.
34. Вернадский В.И. Гете как натуралист. — Наука и жизнь, 1976, № 1, с. 58–61.
35. Вернадский В.И. Эволюция видов и живое вещество. — Природа, 1978, № 2, с. 36–46.
36. Вернадский В.И. Страницы архива. — Наука и жизнь, 1980, № 8, с. 56–57.
37. Вернадский Владимир Иванович (1863–1945). М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1947. 56 с. (Материалы к биобиблиографии ученых СССР. Сер. хим. наук; Вып. 6).
38. Виноградов А.П. Научное наследие В.И. Вернадского. — Вестн. АН СССР, 1963, № 3, с. 91–96.
39. Виноградов А.П. Великий ученый и патриот: к 100-летию со дня рождения В.И. Вернадского. — Правда, 1963, 12 марта.
40. Власов К.А. Владимир Иванович Вернадский. — В кн.: Люди русской науки. М.; Л.: Гос. изд. техн.-геогр. лит., 1948, с. 472–482.
41. Вопросы геохимии, минералогии и петрографии: (К 100-летию со дня рождения первого президента АН УССР). Киев: Наук. думка, 1963. 334 с. На укр. языке.
42. Вопросы геохимии подземных вод: (К 100-летию В.И. Вернадского). М.: Недра, 1964. 267 с.
43. Вопросы прикладной радиогеологии. М.: Недра, 1963.
44. Гирусов Э.В. Биосфера как целое. — В кн.: Проблемы целостности в современной биологии. М.: Наука, 1968, с. 238–257.
45. Гумилевский Л.И. Вернадский. М.: Мол. гвардия, 1961. 319 с.
46. Ершов Г.Г. Научно-техническая революция как движущий фактор развития ноосферы. — В кн.: Научно-техническая революция, человек и его природная среда. Л.: Изд-во ЛГУ, 1977, с. 119–123.
47. Забелин И.М. Человечество — для чего оно? Статья вторая. — Москва, 1968, № 5, с. 147–161.
48. Забелин И.М. Физическая география и наука будущего. 2-е изд. доп., М.: Мысль, 1970. 176 с.
49. Жизнь и творчество Владимира Ивановича Вернадского по воспоминаниям современников: (К 100-летию со дня рождения). Очерки по истории геологических знаний. М.: Изд-во АН СССР, 1963. Вып.-11. 153 с.
50. Из переписки В.В. Докучаева и В.И. Вернадского. — В кн.: Научное наследие. М.: Изд-во АН СССР, 1951, т. 2, с. 745–858.
51. Казначеев В.П. Вопросы диалектики природы в работах В.И. Вернадского. — Вопр. философии, 1981, № 8, с. 100–108.
52. Козиков И.А. Философские воззрения В.И. Вернадского: (К 100-летию). М.: Изд-во МГУ, 1963. 78 с.
53. Комаров В.Л. Памяти В.И. Вернадского. — Правда, 1945, 8 янв.
54. Корсунская В.М., Верзилин Н.М. В.И. Вернадский. М.: Просвещение, 1975. 128 с.
55. Лапо А.В. Следы былых биосфер. М.: Знание, 1979. 175 с.
56. Личков Б.Л. В.И. Вернадский как ученый и человек. — Природа, 1946, № 3, с. 78–83.
57. Личков Б.Л. Владимир Иванович Вернадский. М.: Изд-во МОИП, 1948. 103 с.
58. Личков Б.Л. Воззрения В.И. Вернадского на биосферу и ноосферу. — В кн.: Материалы к научной сессии Географического общества, посвященного 100-летию со дня рождения акад. В.И. Вернадского. Л., 1963, с. 6–18.
59. Материалы к научной сессии Географического общества СССР, посвященной 100-летию со дня рождения акад. В.И. Вернадского. Л., 1963. 60 с.
60. Меликсетян Б.М. Юбилейная научная сессия Академии наук АрмССР, посвященная 100-летию со дня рождения В.И. Вернадского. — Геохимия, 1963, № 9, с. 869.
61. Миклулинский С.Р. О понятии ноосфера. — Вопр. истории естествознания и техники, 1983, № 3, с. 43–49.

62. Мочалов И.И. В.И. Вернадский о логике и методологии научного творчества. — Вопр. философии, 1963, № 5, с. 106–117.
63. Мочалов И.И. В.И. Вернадский — человек и мыслитель. М.: Наука, 1970. 176 с.
64. Мочалов И.И. Владимир Иванович Вернадский. 1863–1945. М.: Наука, 1982. 488 с.
65. Обзорные архивных материалов: Т. III. — Тр. Архива АН СССР, вып. 9, с. 66–73.
66. Обручев В.А. В.И. Вернадский (некролог). — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1945, № 2, с. 3–5.
67. Об увековечивании памяти выдающегося русского ученого — геолога и геохимика академика В.И. Вернадского. — Известия, 1945, 9 января.
68. Олейников Ю.В. Эволюция представлений В.И. Вернадского о ноосфере. — Филос. науки, 1984, № 2, с. 90–98.
69. Переписка В.И. Вернадского с Б.Л. Личковым (1918–1939). М.: Наука, 1979. 271 с.
70. Переписка В.И. Вернадского с Б.Л. Личковым (1940–1944). М.: Наука, 1980. 224 с.
71. Постановление Президиума АН СССР № 138 от 2 февраля 1962.
72. Постановление Президиума АН СССР № 494 от 11 апреля 1985.
73. Постановление Президиума АН СССР № 722 от 20 июня 1985.
74. Протокол № 1 заседания кружка В.И. Вернадского от 28 июня 1960 г. — Кабинет-музей В.И. Вернадского в Институте геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского.
75. Распоряжение № 504 по Академии наук СССР от 5 октября 1945 г.
76. Сергеев Е.М., Мельникова К.П. Идеи В.И. Вернадского о ноосфере и дальнейшее развитие инженерной геологии. — Вестн. МГУ, Сер. 4, Геология, 1963, № 1, с. 43–47.
77. Соколов Б.С. Великий натуралист и мыслитель. — Правда, 1983, 12 марта.
78. Страницы автобиографии В.И. Вернадского. М.: Наука, 1981. 350 с.
79. Труды I Международного геохимического конгресса. М.: Наука, 1972, т. 1/2. 1018 с.
80. Трусов Ю.П. Предмет и метод геохимии и некоторые вопросы взаимодействия наук на современном этапе развития естествознания. — В кн.: Взаимодействие наук при изучении Земли. М.: Изд-во АН СССР, 1963, с. 234–284.
81. Тугаринов А.И. Новое знание о Земле. — Наука и жизнь, 1972, № 6, с. 49–53.
82. Урманцев Ю.А., Трусов Ю.П. О специфике пространственных форм и отношений в живой природе. — Вопр. философии, 1958, № 6, с. 42–54.
83. Ферсман А.Е. Материалы к очерку "Жизненный путь академика В.И. Вернадского". 1863–1945. — Успехи химии, 1945, вып. 6, с. 553–572.
84. Ферсман А.Е. Владимир Иванович Вернадский. 1863–1945: Общий облик ученого и мыслителя. — Бюл. МОИП, НС, отд. геол. 1946, т. 51, № 21 (1), с. 53–62.
85. Ферсман А.Е. Жизненный путь академика В.И. Вернадского. 1863–1945. — Зап. Всерос. мин. о-ва, 2 сер., 1946, ч. 75, № 1, с. 5–24.
86. Федоров В.М. Синтетические тенденции в современном естествознании. М.: Изд-во МГУ, 1979. 117 с.
87. Флоренский К.П. В.И. Вернадский — натуралист, естествоиспытатель. — Бюл. МОИП. Отд. геол., 1963, вып. 3, с. 111–119.
88. Флоренский К.П. Геохимическая конференция, посвященная 100-летию со дня рождения В.И. Вернадского. — Геохимия, 1963, № 8, с. 785–789.
89. Химия земной коры: Труды Геохимической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика В.И. Вернадского. М.: Изд-во АН СССР, 1963. Т. 1. 432 с.
90. Химия земной коры: Труды Геохимической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика В.И. Вернадского. М.: Изд-во АН СССР, 1964. Т. 2. 663 с.
91. Холодный Н.Г. Из воспоминаний о В.И. Вернадском. — Почвоведение, 1945, № 7, с. 325–326.
92. Шаховская А.Д. Кабинет-музей В.И. Вернадского. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 50 с.
93. Шилова Е.И. В.И. Вернадский и проблема развития биосферы. — Вестн. ЛГУ. Биология, 1962, № 9, с. 5–21.

94. *Щербак Н.П.* Владимир Иванович Вернадский. Киев: Наук. думка, 1979. 99 с.
95. *Щербаков Д.И.* Памяти В.И. Вернадского. — Сов. геология, 1945, № 5, с. 3—4.
96. *Щербаков Д.И.* Устремленный к будущему: к 100-летию со дня рождения В.И. Вернадского. — Известия, 1963, 11 марта.
97. *Яковлев В.П.* В.И. Вернадский о соотношении науки, философии и морали. — В кн.: Некоторые вопросы исторического материализма. Ростов н/Д, 1962, с. 73—100.
98. *Яншин А.Л.* Выступление на Общем собрании АН СССР, июнь 1973 года. — Вестн. АН СССР, 1973, № 9, с. 47—48.
99. *Яншин А.Л.* Методологическое значение учения В.И. Вернадского о биосфере и преобразовании ее в ноосферу. — В кн.: Методология науки и научный прогресс. Новосибирск: Наука, 1981, с. 194—204.
100. *Яншин А.Л., Микулинский С.Р., Мочалов И.И.* Слово о Вернадском. — Наука в СССР, 1983, № 6, с. 3—7.

ПРИЛОЖЕНИЕ

УДК 574

К.П. Флоренский

ПРЕДИСЛОВИЕ К КНИГЕ: В.И. ВЕРНАДСКИЙ.
ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО¹.

Труд крупнейшего естествоиспытателя, создавшего учение о биосфере, академика Владимира Ивановича Вернадского (1863–1945) "Живое вещество" представляет композицию нескольких незаконченных рукописей, посвященных одной проблеме, которые редколлегия сочла возможным представить в виде одной книги.

В этой серии работ, написанных в начале 20-х годов, сформулированы мысли, направленные на постановку проблемы изучения живого вещества. Этим термином В.И. Вернадский обозначает совокупность организмов, заселяющих биосферу.² Изучением живого вещества, по его представлениям, должен был заниматься специальный институт Академии наук. Последний был организован в 1927 г. как Отдел живого вещества при Комиссии по изучению естественных производительных сил АН СССР и в 1928 г. выделен в самостоятельную Биогеохимическую лабораторию. После смерти своего основателя Лаборатория была реорганизована в Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского. По ряду причин Институт сосредоточил свою деятельность на развитии других вопросов геохимии, и первоначальный замысел В.И. Вернадского реализовался лишь частично.

Между тем изучение взаимоотношений организмов со средой их обитания сейчас стало особенно актуальным в связи со все увеличивающимся влиянием человека на окружающую природу. Человек становится геологическим фактором, а биосфера превращается в ноосферу, как говорил В.И. Вернадский.

В то же время никакая разумная охрана окружающей среды невозможна без ее достаточного познания, без познания свойств того "живого вещества", которое формирует биосферу. Невозможны и оптимальные

¹ М.: Наука, 1978.

² Учение о биосфере сформулировано В.И. Вернадским позднее в работе "Биосфера" [4].

условия для развития общества без ясного понимания граничных условий, необходимых для существования человека.

Появилась обширная литература, основанная на учении о биосфере, выдвинутом В.И. Вернадским, но без достаточного учета полученных им результатов [2, 17]. Особенно это относится к работам зарубежных ученых, которые недостаточно используют советскую литературу. В них имя Вернадского часто не упоминается совсем, несмотря на прямое заимствование его идей [8, 12].

Таким образом, публикуемая работа не только свидетельствует о приоритете советской науки по многим вопросам естествознания, актуальность которых была осознана за рубежом лишь в 50-е годы, но и сохранила методологическую ценность. По существу, В.И. Вернадский, рассматривая человека и природу как единое целое, следует гениальному предсказанию К. Маркса о том, что в будущем наука о природе и наука о человеке сольются и превратятся в одну науку.

В работе В.И. Вернадского читатель не найдет окончательных научных решений на современном уровне знаний, по целому ряду вопросов не найдет и тех более четких формулировок и выводов, к которым В.И. Вернадский пришел в своих последующих работах, в ней он найдет гораздо большее — пример постановки важнейшей проблемы во всей научной широте, свойственной только крупнейшим ученым.

В наш век дробления наук на частные научные дисциплины научный работник не имеет возможности в своих исследованиях охватить тот большой круг проблем, как это делали крупнейшие натуралисты прошлого, что давало им возможность в их трудах воспринимать природу, космос как единое целое. Таким был Гете — художник и натуралист одновременно. "Это был мудрец, а не философ, мудрец-естествоиспытатель" [6]. Таким же предстает перед нами и В.И. Вернадский [27]. В постановке проблем он исходит не только из единства природы, но и из единства коллективного человеческого сознания, рассматривая его развитие с разных сторон и в историческом аспекте. Он стремится найти самые истоки зарождения научного познания и видит, что одна и та же реальность, приближаясь к научной истине, может в сознании поколений принимать форму поэтической картины, религиозного мифа или натурфилософской абстракции в зависимости от степени развития общества.

В разделе "Два синтеза Космоса" В.И. Вернадский серьезно предостерегает натуралистов от чрезмерного увлечения абстрагированным знанием, оторванным от диалектического понимания всей природы как единого целого, которое постоянно контролируется наблюдением. Мощный аппарат математики и физических абстракций становится бесполезным, как только ученый забывает, что предметом его изучения является не та или иная модель реальности (более или менее удачная), а действительная реальность во всей ее сложности. Об этом подходе к изучению природы нельзя забывать именно теперь, когда в зарубежной литературе столь часто приходится встречать высказывания о том, что человек может быть заменен кибернетической машиной, которую достаточно хорошо запрограммировать, чтобы получить от нее ответы чуть ли не на все вопросы бытия.

Рассмотрению проблем жизни в Космосе уделяется большое внимание в печати [24, 30]. Особенно большая вспышка интереса к таким проблемам произошла в 60-х годах в связи с успехами развития космических исследований. В это же время появились новые факты, как будто указывающие на наличие жизни в метеоритах. Не так важно то, что наличие живых организмов в метеоритах не подтвердилось, так же как и то, что условия Марса оказались неблагоприятными для жизни. Сейчас установлено, что на Марсе давление атмосферы составляет всего около 0,006 земной, что исключает существование жидкой воды на поверхности в настоящее время. Геологическое изучение полученных фотографий позволяет предполагать более высокое давление атмосферы и существование жидкой воды в прошлом [13].

В настоящее время можно предположить существование автотрофных организмов (типа железо- или серобактерий) в возможном термодинамическом поле существования жидкой воды под поверхностью Марса ниже зоны вечной мерзлоты. Тем не менее столь разочаровывающие данные недостаточно однозначны, чтобы снять этот вопрос с повестки дня.

Сейчас установлено, что по количеству воды и температурным особенностям Земля — единственная планета Солнечной системы, где возможно существование развитой биосферы с углеродно-белковым типом организмов. Исследования Марса не оправдали тех надежд, которые на них возлагались. Однако это ничего не меняет в позиции о множественности обитаемых миров в целом [1, 26, 29]. С этой стороны очень любопытны в историческом аспекте взгляды В.И. Вернадского на Марс, как характерные для общего уmonoстроения ученых начала века.

Так же обстоит дело с вопросом о космосе как колыбели жизни. Несмотря на то что взгляды С. Аррениуса, на которые ссылается В.И. Вернадский, сейчас не имеют распространения, они существуют в других вариантах, связывающих появление жизни на Земле с процессами ее аккреционного образования и космической пылью. Подобное же допускал и В.И. Вернадский, однако имя его в работах по этим проблемам не упоминается [8, 12].

Таким образом, если исходить из вечности и бесконечности Вселенной, а не из тех гипотетических представлений, например о ее "начале", которые сейчас иногда высказываются, позиции В.И. Вернадского о вечности жизни в Космосе и вечности других материально-энергетических превращений тоже имеет право на существование на основе физических знаний. Ни опровержения, ни подтверждения этого тезиса нет до сих пор.

Очень важным является представление В.И. Вернадского о том, что живое вещество является, по существу, тонкой пленкой на поверхности Земли, развитие которой происходит под преимущественным воздействием космической энергии — прежде всего Солнца. Здесь необходимо обратить внимание читателя на работы А.Л. Чижевского и других исследователей, устанавливающих связь биологических процессов с электромагнитными колебаниями [7, 22, 28].

По вопросу о "вечности" жизни на Земле и о постоянстве ее геологических условий в работе "Живое вещество" В.И. Вернадский, может быть, наиболее четко намечает свои позиции, которые он называет "принципом

Реди" (... все живое от живого) и "принципом Геттона" (... в геологии мы не видим ни начала ни конца). Сначала о последнем. Этот принцип неоднократно критиковался крупными геологами, указывающими на непостоянство условий на земной поверхности. Как нам кажется, причиной разногласий является масштаб изучаемых явлений.

В.И. Вернадский никогда не утверждал, что климат, например, каменноугольной эпохи совпадает с климатом эпохи оледенения. Говоря о принципе Геттона, он пишет, что принципиальных изменений в характере геологических процессов он не видит по крайней мере в течение 2 млрд. лет, т.е. доступно ему геологического времени. Это надо понимать следующим образом: в течение всего этого промежутка времени интервалы колебания условий на поверхности планеты находились в пределах существования жидкой воды, окислительной атмосферы и существования биогеохимических функций организмов. Не более. Конечно, такие отложения, как масса эффузивных пород, известняков, доломитов, железистых кварцитов и других пород, менялись в своей роли в строении земной коры в разные геологические эпохи. Однако это не указывает на коренные изменения организованности биосферы в целом. Как будто существуют некоторые спорные указания на такие изменения окислительно-восстановительных условий атмосферы, которые можно трактовать как результат уменьшения количества свободного кислорода в протерозое, т.е. рассматривать как наблюдаемое изменение кислородной функции зеленых растений. Эти данные устанавливаются главным образом по отношению закислого и окисного железа в горных породах и могут быть подвергнуты критике на основании того, что наиболее древние породы находились длительное время в восстановительных условиях метаморфизма и поэтому могут отражать не первоначальные условия своего образования, а свою последующую историю. Таким образом, однозначного ответа на поставленный вопрос нет и сегодня.

Во всяком случае В.И. Вернадский никогда не придавал своим высказываниям характера догмы и всегда предпочитал "эмпирические обобщения" известных ему материалов. Спорность вопросов о ранних этапах истории Земли не опровергает представления В.И. Вернадского, а лишь подчеркивает важность уточнения наших знаний.

Так же обстоит дело и с принципом Реди. По существу, это продолжение борьбы за установление длительности геологических периодов, отличающейся от библейского летоисчисления, которая так упорно и последовательно развивалась на протяжении всего XIX в. В.И. Вернадский утверждает, что в течение всего геологического времени нет никаких геохимических признаков самозарождения. Более того, ему неизвестны и биологические данные, обосновывающие этот процесс в изучаемых условиях земной коры. Теперь найдены следы биогеохимической деятельности организмов в метаморфизированных породах формации Фиг-Три системы Свазиленд, имеющие возраст более 3,3 млрд. лет, т.е. почти вдвое превышающий возраст пород, известных В.И. Вернадскому. Предполагаемое время появления жизни на Земле сейчас относится к интервалу 3—4 млрд. лет. Это и есть тот "космический" или "астрономический" возраст, о котором мы мало знаем по геологическим данным. Судя по

данным космических исследований, мы впервые вплотную сталкиваемся с ним при изучении Луны, на поверхности которой широко развиты породы этого возраста.

Для объяснения их возникновения мы впервые должны привлечь процессы необычного для нас космического воздействия в виде сплошного ударного кратерообразования, вероятнее всего связанного с последними следами периода аккреции. Очевидно, такой период был и в истории Земли, и именно к этому времени относят древнейшие органические остатки. Где-то тут мы сейчас ищем начало привычной нам "геологической эры", и есть серьезные основания считать, что ход геологических процессов ранее этого времени был существенно иным. Таким образом, и принцип Реди и принцип Геттона мы должны учитывать и сейчас. Однако не придавая им значения абсолюта.

Сейчас появилась масса работ, которые позволяют надеяться на большие успехи синтеза органических соединений и изучения их тонкой структуры в ближайшем будущем. Важное значение для молекулярной биологии и генетики имеет изобретение электронного микроскопа, позволяющее глубоко заглянуть в детали строения клеточного ядра. Это подтверждает мысли В.И. Вернадского о безграничных возможностях человеческого разума, но заставляет особенно внимательно отнестись к его указаниям на необходимость сложных каталитических и ферментативных процессов, важность которых не всегда учитывается. Имя В.И. Вернадского должно заслуженно упоминаться в числе предшественников этих работ.

Интересно отметить, что проблема живого и мертвого, которая частично разбирается в предлагаемой вниманию читателей книге с биогеохимических позиций, сейчас получила новое и неожиданное значение в других областях знания. Во-первых, она возникла в связи с проблемами кибернетики и создания электронно-счетных самовоспроизводящихся и саморегулирующихся машин (можно ли считать такую машину живым организмом?). И, во-вторых, эта же проблема встала перед юристами в связи с вопросом законности пересадки органов [15]. Сейчас существует множество определений жизни, которые обычно имеют или структурный или функциональный характер, но вряд ли являются исчерпывающими. В этом смысле чрезвычайно плодотворен подход В.И. Вернадского, который остается на позициях натуралиста, придерживающегося объективных фактов науки. Он вводит коренное понятие "живое вещество", которое не вызывает сомнений и может изучаться конкретными методами научного естествознания. Живое вещество при этом рассматривается как естественное природное тело, которое является совокупностью живых существ.

Необходимо указать на ряд работ, посвященных условиям возникновения жизни на Земле. Их достаточно много [1, 9, 21]. Обычно в этих работах рассматриваются именно те гипотетические условия, наличие которых не подтверждено геологическими данными, характеризующими условия образования пород, как, например, восстановительная метаноаммиачная атмосфера. Эти соображения В.И. Вернадский не считал вытекающими из геохимических фактов. Если же такие условия и подтверждаются, то они должны относиться к догеологическому периоду земной истории. В.И. Вернадский лишь обращает внимание на сложную органи-

зацию биогеохимических функций биосферы и считает, что это обязательно должно быть принято во внимание во всех аналогичных построениях.

Не меньшего внимания заслуживают указания В.И. Вернадского на важность экологической структуры биосферы и формирующего ее живого вещества, что иногда еще рассматривается без учета всех сложностей взаимосвязи организма и среды его обитания. Необходимость широкого комплексного подхода к этим вопросам стала глубоко осознаться лишь со второй половины нашего века [см., например, 2, 17, 25], серьезный вклад в такое понимание внесла современная философская мысль, вооруженная диалектическим материализмом.

Необходимо специально остановиться на высказываниях В.И. Вернадского философского характера.

Философские взгляды В.И. Вернадского подвергались критике, которая в значительной части была вызвана непониманием сути его высказываний. В последние годы многие философы обращались к анализу его взглядов [3, 10, 11, 14, 18–20, 31, 32]. Обобщая результаты этого анализа, можно сказать, что хотя мировоззрение В.И. Вернадского и нельзя квалифицировать как диалектический материализм, однако его философские идеи представляют большой интерес и для философа, и для естествоиспытателя. Основные философские идеи его строго материалистичны. В.И. Вернадский считает, что признание объективной реальности мира, находящегося в непрерывном движении, — обязательное условие работы ученого, который исследует "естественные природные тела и явления". В то же время нельзя не отметить и своеобразного понимания В.И. Вернадским философии и применения им философских терминов, которые не всегда совпадают с принятыми сейчас.

Он неоднократно противопоставляет положительное научное знание философским и религиозным построениям. При этом следует обратить внимание на то, что под философией он понимает, по существу, ту домарксовскую философию, которая на основе умозрительных построений пыталась встать над всеми науками и о крушении которой писал Ф. Энгельс. Именно умозрительной философией В.И. Вернадский противопоставляет "эмпирическую науку", т.е. науку развивающуюся и контролируруемую на основе опыта, практики. Такую науку он считал объективным отражением реального мира, бесспорной и общеобязательной, в определенной своей части относительно истинной. "Настоящая логика естествознания есть логика вещей (т.е. фактов. — К.Ф.). Понятие иногда меняется чрезвычайно быстро... Натуралист должен постоянно возвращаться к "вещам", т.е. проверять опытом и наблюдением, и менять определенные понятия. Не всегда, но часто изменения происходили такие большие, что понятие изменялось до неузнаваемости, а слово оставалось" [5].

Нужно лишь еще раз предупредить читателя о своеобразии терминологии В.И. Вернадского для правильного понимания его мыслей. Под словом "материя" автор подразумевает чисто физическую материю в узком значении этого слова, которое ближе всего передается словом "вещество". Под философией, как правило, подразумевается чисто логическая картина, не подкреплённая научным знанием. Положительному знанию

и противопоставляется более или менее фантастическое отражение реальности, основанное на вере или художественном восприятии. При этом В.И. Вернадский не уточняет понятие "вера" и всю эту область относит к области религии, не обязательно вкладывая в это слово религиозный смысл в современном понимании. Областью веры являются, по В.И. Вернадскому, все представления, которые в данный момент не могут быть доказаны или выведены строго логическим путем. По мере изучения такие представления либо отбрасываются, либо переходят в область науки.

К сожалению, рассматривая такое развитие отражения реальности в нашем сознании — идей, по его терминологии, — В.И. Вернадский не пользуется законами исторического материализма для объяснения связи между бытием и общественным сознанием. Неоднократно В.И. Вернадский использует термин "социальное" для описания различных биологических образований. В XIX в., в начале XX в. "социальное" было довольно широко распространено при описании различных биологических сообществ, например муравьи, пчелы, термиты и т.п.

В дальнейшем развитие биологии и общественных наук показало неточность термина "социальное" в приложении его к биологическим объектам. Вместе с тем исследования общественных наук, и прежде всего марксистско-ленинской философии и социологии, дают основания для более узкого употребления понятия "социальное" в применении к человеческому обществу.

Публикуя работу современного автора, мы имеем возможность спорить с ним о правильности того или иного применения им термина, требовать точность в выражении мысли. Совершенно иначе мы должны подходить к публикации работ крупнейших мыслителей, которые уже умерли. Здесь приходится лишь обратить внимание читателей на своеобразие языка и выражений автора, во избежание ошибочного понимания его мыслей. Это особенно важно сделать в работе, которая не была окончательно отредактирована самим автором. Кроме того, читатель должен помнить, что перед ним плод раздумий ученого, направленных именно на постановку проблемы, а не на ее окончательное решение. Отчасти это и определяет большое внимание, которое уделяет В.И. Вернадский разным аспектам развития идеи в ее историческом прошлом, привлекая сюда и мифы, и художественное отображение, и общую психологическую настроенность того или иного ученого.

Пример такой только постановки (а не решения) вопроса в этой работе можно видеть в сопоставлении взглядов Мальтуса и Дарвина. В.И. Вернадский неоднократно возвращался к этому, но только в конце 30-х годов полностью решил для себя этот вопрос. В.И. Вернадский сформулировал третий биогеохимический принцип. Он понял, что Мальтус не прав: "Мальтус не сознавал, что основной его вывод приводит к другим заключениям, можно сказать, не верен, поэтому что при правильной оценке геологически длительного роста размножения поколениями человека он не учитывал, что поскольку дело касается его питания и его потребностей, размножение растительных и животных организмов (их определяющее) неизбежно должно идти с большей силой и быстротой, должно выражаться геометрической же прогрессией большей мощности количествен-

но, чем та, которая определяет размножение человека. Эту поправку нужно всегда иметь в виду. Несуразность социального устройства в истории человека не позволяла ясно видеть этот вывод природного явления [5].

В поисках решения поставленной В.И. Вернадским проблемы читатель неизбежно должен обращаться как к современной литературе, посвященной затрагиваемым вопросам, так и к более поздним работам самого В.И. Вернадского и их философской критике.

Таким образом, впервые публикуемая работа В.И. Вернадского затрагивает фундаментальные вопросы изучения живого вещества. Глубокий анализ постановки проблемы неизбежно заставил автора непрерывно обращаться к вопросам истоков знания, его достоверности, исследованию тесных взаимосвязей разных путей познания. Несомненно, в своей методологической основе работы В.И. Вернадского актуальны и сейчас, и редколлегия выражает надежду, что, несмотря на свою незаконченность, книга послужит важным и интересным подспорьем для чтения более современных и более специальных работ, которыми пользуется советский читатель — геохимик, биолог или историк науки и философ, а также будет интересна и широкому кругу читателей.

А B S T R A C T

The article reveals the significance of scientific generalization by V.I. Vernadsky on the animate matter — the fundamental notion in the studies on biosphere, biogeochemistry and geological role of the mankind. An important role of the animate matter and biogeochemical cyclicality when forming the inhomogeneous ecological structure of biosphere is discussed.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бернал Д. Возникновение жизни. М.: Мир, 1969.
2. Биосфера и ее ресурсы/ Ред. В.А. Ковда. М.: Наука, 1971.
3. Бронский Н., Резников А., Яковлев В. В.И. Вернадский: К столетию со дня рождения. Ростов н/Д.: Изд-во Рост. гос. ун-та, 1963.
4. Вернадский В.И. Биосфера. Л.: Научн. хим.-техн. изд-во, 1926.
5. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965. 175 с.
6. Вернадский В.И. Гете как натуралист. — Бюл. МОИП, Н.С., Отд. геол., 1946, т. 21 (1), с. 1—37.
7. Дубов А.П. Геомагнитное поле и жизнь. Л.: Гидрометеиздат, 1974.
8. Дювиньо Л., Танг М. Биосфера и место в ней человека. М.: Прогресс, 1975.
9. Кальвин М. Химическая эволюция. М.: Мир, 1971.
10. Кедров Б.М. К вопросу об эволюции мировоззрения В.И. Вернадского: Послесловие к книге В.И. Вернадского "Размышления натуралиста". М.: Наука, 1977. Кн. 2.
11. Козиков И.А. Философские воззрения В.И. Вернадского. М., 1963.
12. Коммонер Б. Замыкающийся круг. Л.: Гидрометеиздат, 1974.
13. Космические исследования. М.: Наука, 1975. Т. 13, Вып. 1.
14. Кузнецов И.В. Естествознание, философия и становление ноосферы: Послесловие к книге В.И. Вернадского "Размышления натуралиста". М.: Наука, 1977. Кн. 2.
- 15—16. Малейн Н. Прогресс медицины и право. — Человек и закон, 1976, № 1, с. 47—55.
17. Методологические аспекты исследования биосферы. Сб. статей/Под ред. И.Б. Новика. М.: Наука, 1975.
18. Мочалов И.И. Проблемы космоизации науки в творчестве В.И. Вернадского. — Вопр. философии, 1968, № 1.

19. Мочалов И.И. В.И. Вернадский — человек и мыслитель. М.: Наука, 1970.
20. Мочалов И.И. Естественнонаучные и философские основы мировоззрения В.И. Вернадского: Автореф. дис. ... д-ра филос. наук. М., 1971.
21. Опарин А.И. Возникновение жизни на Земле. М., 1957.
- 22—23. Пресман А.С. Электромагнитные поля и живая природа. М.: Наука, 1968.
24. Селливан У. Мы не одни. М.: Мир, 1966.
25. Сержантов В.Ф. Введение в методологию современной биологии. Л.: Наука, 1972.
26. Фирсов В. Жизнь вне Земли. М.: Мир, 1966.
27. Флоренский К.П. В.И. Вернадский — натуралист, естествоиспытатель. — Бюл. МОИП. Отд. геол., 1963, Т. 38 (3), с. 111—119.
28. Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь. 2-е изд. М.: Мысль, 1976.
29. Шепли Х. Звезды и люди. М.: Изд-во иностр. лит., 1962.
30. Шкловский И.С. Вселенная, жизнь, разум. М.: Наука, 1965.
31. Югай Г.А. Философские проблемы теоретической биологии. М.: Мысль, 1976.
32. Яковлев В.П. В.И. Вернадский о соотношении философии, религии и морали. Некоторые вопросы исторического материализма. Ростов н/Д.: Изд-во Рост. гос. ун-та, 1962.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
<i>Б.С. Соколов.</i> Вступительное слово на симпозиуме "В.И. Вернадский и современность"	7
<i>В.С. Неаполитанская.</i> В.И. Вернадский и современность	11
<i>И.И. Мочалов.</i> Наследие В.И. Вернадского и современная наука	21
ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕХОДА БИОСФЕРЫ В НООСФЕРУ	
<i>А.Л. Яншин.</i> В.И. Вернадский и его учение о биосфере и перехода ее в ноосферу	28
<i>А.Г. Назаров.</i> Ноосферная концепция В.И. Вернадского как основа научно-го управления	40
<i>С.Р. Микулинский.</i> В.И. Вернадский как историк науки	66
<i>М.С. Бастракова.</i> В.И. Вернадский и проблемы организации науки.	77
<i>Р.К. Баландин.</i> В.И. Вернадский и смена парадигмы в естествознании	91
В.И. ВЕРНАДСКИЙ И СОВРЕМЕННОЕ ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ	
<i>Б.С. Соколов.</i> Биосфера: понятие, структура, эволюция	98
<i>А.В. Лапо, А.А. Смыслов.</i> В.И. Вернадский — основоположник биогеохимии.	123
<i>Г.П. Аксенов.</i> Пространство—время живого в биосфере	129
<i>А.В. Македонов.</i> Учение В.И. Вернадского о диссимметрии геологических объектов	139
<i>Е.М. Лавренко.</i> Биосфера в понимании В.И. Вернадского и растительный покров Земли	147
<i>Ю.Л. Мартин.</i> Споровые растения как биогеохимические индикаторы.	154
<i>А.М. Уголев.</i> Биосфера и ее трофосфера	170
<i>В.В. Добровольский.</i> Идеи В.И. Вернадского о геохимических циклах и миграции тяжелых металлов в биосфере	180
<i>В.Г. Савоненков.</i> Развитие идей В.И. Вернадского в геохимических работах Радиевого института	188
ЮБИЛЕЙ АКАДЕМИКА В.И. ВЕРНАДСКОГО В АКАДЕМИИ НАУК	
<i>Г.П. Аксенов, [Н.П. Антонов], И.А. Тугаринов.</i> Год Вернадского	194
<i>И.А. Тугаринов.</i> Комиссия АН СССР по разработке научного наследия академика В.И. Вернадского: предыстория и перспективы.	202
Приложение	216
<i>К.П. Флоренский.</i> Предисловие к книге В.И. Вернадского "Живое вещество"	216

CONTENTS

Preface	5
<i>B.S. Sokolov.</i> An opening address by chairmen of the symposium	7
<i>V.S. Neapolitanskaya.</i> V.I. Vernadsky and Modern Times	11
<i>I.I. Mochalov.</i> V.I. Vernadsky's heritage and modern science	21
PROBLEMS OF THE BIOSPHERE'S TRANSITION TO THE NOOSPHERE	
<i>A.L. Vanshin.</i> Vernadsky and his studies on biosphere and its transfer to noosphere	28
<i>A.G. Nazarov.</i> V.I. Vernadsky's concept of noosphere as the basis for scientific management	40
<i>S.R. Mikulinsky.</i> V.I. Vernadsky as historian of science	66
<i>M.S. Bastrakova.</i> V.I. Vernadsky and problems of the management of science	77
<i>R.K. Balandin.</i> Vernadsky and change of paradigme in the natural sciences	91
V.I. VERNADSKY AND MODERN NATURAL SCIENCES	
<i>B.S. Sokolov.</i> Biosphere: notion, structure and evolution	98
<i>A.V. Lapo, A.A. Smyslov.</i> V.I. Vernadsky – the founder of the biochemistry	123
<i>G.P. Aksenov.</i> Space – time of the animate matter in the biosphere	129
<i>A.V. Makedonov.</i> V.I. Vernadsky's concept on dissymetrie	139
<i>E.M. Lavrenko.</i> V.I. Vernadsky's understanding of the biosphere and the Earth's vegetable cover	147
<i>Yu.L. Martin.</i> Sporous plants of biosphere as biogeochemical tracers	154
<i>A.M. Ugolev.</i> Biosphere and its trophosphere	170
<i>V.V. Dobrovolsky.</i> V.I. Vernadsky's ideas on geochemical cycles and migration of heavy in biosphere	180
<i>V.G. Savonenkov.</i> The development of V.I. Vernadsky's ideas in geochemical research of the Radium institute	188
ACADEMICIAN V.I. VERNADSKY'S ANNIVERSARY IN THE USSR ACADEMY OF SICENCES	
<i>G.P. Aksenov, N.P. Antonov, I.A. Tugarinov.</i> The year of Vernadsky	194
<i>I.A. Tugarinov.</i> Commission on scientific heritage of V.I. Vernadsky: prehistory and prospects	202
Appendix	216
<i>K.P. Florensky.</i> Preface to the book by V.I. Vernadsky "Animate matter"	216

УДК 577.4

Соколов Б.С. Вступительное слово председателя симпозиума. — В кн.: В.И. Вернадский и современность. М.: Наука, 1986 г.

Говорится о значении творческого наследия В.И. Вернадского для развития различных областей науки, о предсказательной силе идей ученого.

УДК 574

Неаполитанская В.С. В.И. Вернадский и современность. — В кн.: В.И. Вернадский и современность. М.: Наука, 1986 г.

С течением времени неизменно повышалась оценка вклада В.И. Вернадского в мировую науку. В статье рассказывается о стиле работы ученого, об истории исследований радиоактивности, живого вещества, биогеохимии. Подчеркивается связь научного наследия В.И. Вернадского с современными проблемами развития науки.

Библиогр.: 18 назв.

УДК 001.574

Мочалов И.И. Наследие В.И. Вернадского и современная наука. — В кн.: В.И. Вернадский и современность. М.: Наука, 1986 г.

Созданные В.И. Вернадским науки и научные направления входят органической частью в современную научную картину мира. В них проявились процессы космизации научного знания, синтез естественных и гуманитарных наук и превращение науки в производительную силу человечества. В статье показано развитие школы В.И. Вернадского в самых различных областях знания.

Библиогр.: 5 назв.

УДК 574

Яншин А.Л. В.И. Вернадский и его учение о биосфере и переходе ее в ноосферу. — В кн.: В.И. Вернадский и современность. М.: Наука, 1986 г.

На фоне жизненного пути В.И. Вернадского раскрывается его роль в научных исследованиях Академии наук СССР. В статье сосредоточено внимание на двух крупнейших достижениях В.И. Вернадского. Во-первых, на созданном им учении о биосфере, о пространстве, занятом биосферой, ее энергетической роли в солнечно-земных связях, ее геологической функции. Во-вторых, раскрыто значение учения о ноосфере, социально-экономические, научные, международные предпосылки перехода биосферы в новое эволюционное состояние.

Библиогр.: 18 назв.

УДК 574

Назаров А.Г. Ноосферная концепция В.И. Вернадского как основа научного управления. — В кн.: В.И. Вернадский и современность. М.: Наука, 1986 г.

Рассмотрена деятельностная сущность ноосферной концепции В.И. Вернадского. Показана ее генетическая связь с проблемами управления формирующейся биосферно-ноосферной целостности. В качестве объекта научного управления предложено выделить природно-народнохозяйственный комплекс (ПНХХ СССР) как прообраз ноосферного комплекса будущего. Охарактеризованы основные составляющие или сферы комплекса: природная (биосфера), технологическая, социально-культурная и сфера Человека. Представлена структурная схема природно-народнохозяйственного комплекса СССР.

Илл. 1, библиогр.: 55 назв.

УДК 001.(091)

Микулинский С.Р. В.И. Вернадский как историк науки. — В кн.: В.И. Вернадский и современность. М.: Наука, 1986 г.

В статье рассматривается создание В.И. Вернадским в начале нынешнего века нового научного направления — истории научного знания. Особое внимание акцентируется на разработке В.И. Вернадским методологических подходов к изучению современного научного мировоззрения, исторических предпосылок его формирования и его развития в эпоху научно-технической революции.

Библиогр.: 17 назв.

УДК 001.891

Бастракова М.С. В.И. Вернадский и проблемы организации науки. — В кн.: В.И. Вернадский и современность. М.: Наука, 1986 г.

В статье показаны научно-организационные принципы, которые выработаны В.И. Вернадским в процессе деятельности по созданию новых научных учреждений и теоретическое осмысление им этого важного научного направления.

Библиогр.: 23 назв.

УДК 001.5:57

Баладин Р.К. Вернадский и смена парадигмы в естествознании. — В кн.: В.И. Вернадский и современность. М.: Наука, 1986 г.

В статье анализируется связь естественнонаучных достижений В.И. Вернадского с общим развитием культуры, социальным прогрессом, научно-технической революцией. Показана смена господствующего научного мировоззрения и выход на первый план научных знаний о Земле, жизни, человеке.

Библиогр.: 7 назв.

УДК 577.4

Соколов Б.С. Биосфера: понятие, структура, эволюция. — В кн.: В.И. Вернадский и современность. М.: Наука, 1986 г.

В статье освещена история создания и современного состояния понятия биосферы. На основе анализа пространственно-временных границ и структуры современной и былых биосфер Земли предложено понятие о панбиосфере как единой земной оболочке, эволюционирующей от докембрия до наших дней. Подробно рассмотрены этапы эволюции органического мира биосферы, начиная с ранних докембрийских форм жизни. Высказаны соображения о новых научных направлениях геобиологии и биогеологии как интегральных концепциях дальнейшего развития учения В.И. Вернадского о биосфере.

Илл. 2, библиогр.: 46 назв.

УДК 550.47

Лапо А.В., Смыслов А.А. В.И. Вернадский — основоположник биогеохимии. — В кн.: В.И. Вернадский и современность. М.: Наука, 1986 г.

В статье показано развитие биогеохимических идей В.И. Вернадского а также его практическая деятельность по созданию соответствующих научных подразделений и программ биогеохимических исследований. Особое внимание сосредоточено на работе Биогеохимической лаборатории, созданной в 1928 г., и на ее достижениях в выяснении роли живого вещества в геологической истории атмосферы, гидросферы и литосферы.

Библиогр.: 21 назв.

УДК 574

Аксенов Г.П. Пространство—время живого в биосфере. — В кн.: В.И. Вернадский и современность. М.: Наука, 1986 г.

На основе представлений В.И. Вернадского о биологическом времени и единстве пространства—времени живого вещества предлагается понятие о времяобразующем факторе биосферы и о кванте пространства—времени как биологической константе, универсальной для всего живого. С помощью этого

понятия сделана попытка объяснения необратимости течения времени в биосфере и диссимметрии живого вещества.

Библиогр.: 14 назв.

УДК 550.42

Македонов А.В. Учение В.И. Вернадского о диссимметрии. — В кн.: В.И. Вернадский и современность. М.: Наука, 1986 г.

В статье дан обзор истории зарождения и развития идей о диссимметрии, возникшей на пересечении проблем живого вещества, его геологической роли, общего строения материи, разных форм и состояний пространства и времени. Показано сегодняшнее состояние фундаментальной проблемы диссимметрии как ярко выраженного и потенциально негэнтропийного явления.

Библиогр.: 9 назв.

УДК 574

Лавренко Е.М. Биосфера в понимании В.И. Вернадского и растительный покров Земли. — В кн.: В.И. Вернадский и современность. М.: Наука, 1986 г.

Анализируется состав, энергетическая и геологическая роль важнейшей компоненты биосферы — растительного покрова или биостромы. Определяются задачи фитоценологии и изучения культурных растительных ценозов. Особенно подчеркивается значение множественности живых организмов, их качественного разнообразия.

Библиогр.: 15 назв.

УДК 577.4

Мартин Ю.Л. Споровые растения биосферы как биогеохимические индикаторы. — В кн.: В.И. Вернадский и современность. М.: Наука, 1986 г.

Освещается роль споровых растений (водорослей, лишайников, мхов) в осуществлении биогеохимических круговоротов веществ в биосфере. На основе большого числа литературных данных и собственных исследований показано, что лишайники и мхи выполняют в биосфере концентрационную функцию. Они накапливают в процессе жизнедеятельности многие продукты техногенной деятельности, включая выбросы промышленных предприятий в атмосферу (окислы азота и серы) и тяжелые металлы. Указанная биогеохимическая особенность споровых растений позволяет успешно использовать их в качестве биогеохимических индикаторов загрязнения окружающей среды.

Табл. 12, библиогр.: 92 назв.

УДК 551.510.52

Уголев А.М. Биосфера и ее трофосфера. — В кн.: В.И. Вернадский и современность. М.: Наука, 1986 г.

В статье анализируются пищевые цепи, функционирующие в биосфере и образующие в ней особую оболочку — трофосферу. Рассматриваются основные механизмы ассимиляции пищевых веществ, единство живых систем на различных уровнях строения организмов и организации — от клеточного до биосферы в целом.

Илл. 2, библиогр.: 42 назв.

УДК 550.424.4

Добровольский В.В. Идеи В.И. Вернадского о геохимических циклах и миграции тяжелых металлов в биосфере. — В кн.: В.И. Вернадский и современность. М.: Наука, 1986 г.

Тяжелые металлы играют значительную роль в биосфере, являясь биокатализаторами и регуляторами важнейших физиологических функций. В статье

рассматриваются источники поступления тяжелых металлов в биосферу, распределение их между ее компонентами и биотический круговорот металлов. Показаны основные геохимические циклы тяжелых металлов в биосфере, которые обеспечивают ее устойчивость.

Табл. 2; илл. 2; библиогр.: 12 назв.

УДК 550.42.01

Савоненков В.Г. Развитие идей В.И. Вернадского в геохимических работах Радиевого института. — В кн.: В.И. Вернадский и современность. М.: Наука, 1986 г.

В статье раскрывается история радиологических исследований в Академии Наук и освещается роль В.И. Вернадского в создании Радиевого института. Показано состояние работ по геохронологии, обсуждаются различные концепции захоронения радиоактивных материалов.

Библиогр.: 16 назв.

УДК 574

Аксенов Г.П., Антонов Н.П., Тугаринов И.А. Год Вернадского. — В кн.: В.И. Вернадский и современность. М.: Наука, 1986 г.

Дан обзор научно-организационных мероприятий, которые были проведены к 125-летию юбилею В.И. Вернадского в 1982–1983 гг. Состоялись научные конференции, симпозиумы, семинары, совещания в Москве, Ленинграде, Пущине, Киеве, Тарту, Новосибирске, Иваново, Барнауле, Ярославле и других научных и учебных центрах страны.

УДК 574.001.5

Тугаринов И.А. Комиссия по разработке научного наследия В.И. Вернадского: предыстория и перспективы. — В кн.: В.И. Вернадский и современность. М.: Наука, 1986 г.

В статье освещаются основные этапы организации и работы Комиссии АН СССР по научному наследию академика В.И. Вернадского, созданной в 1945 году, а также деятельность учреждений и энтузиастов по развитию идей В.И. Вернадского вплоть до воссоздания Комиссии в 1985 г.

Библиогр.: 100 назв.

УДК 574

Флоренский К.П. Предисловие к книге В.И. Вернадского "Живое вещество". — В кн.: В.И. Вернадский и современность. М.: Наука, 1986 г.

В статье раскрывается значение научного обобщения В.И. Вернадского о живом веществе — основополагающего положения в учении о биосфере, в биогеохимии и выводе о геологической роли человечества. Показана важнейшая роль живого вещества и биогеохимической цикличности в формировании неоднородной экологической структуры биосферы.

Библиогр.: 32 назв.

**В.И. ВЕРНАДСКИЙ
И
СОВРЕМЕННОСТЬ**

*Утверждено к печати
Секцией наук о Земле
Академии наук СССР*

Редактор издательства
В.С. Ванин

Художник
Г.П. Валлас

Художественный редактор
М.Л. Храмцов

Технический редактор
Л.Н. Богданова

Корректор
И.Г. Мартянова

Набор выполнен в издательстве
на наборно-печатающих автоматах

ИБ № 31531

Подписано к печати 14.01.86. Т – 00014

Формат 60х90 1/16

Бумага люксоарт

Гарнитура Пресс-Роман. Печать офсетная

Усл.печ.л. 14,5+0,1 вкл. Усл.кр.-отт. 14,6

Уч.-изд.л. 19,2. Тираж 2700 экз.

Тип. зак. 1082. Цена 2р. 20к.

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство "Наука", 117864 ГСП-7,
Москва В-485, Профсоюзная ул., д. 90*

Ордена Трудового Красного Знамени
1-я типография издательства "Наука"
199034, Ленинград В-34, 9-я линия, 12

254 20k

4535

