

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
ИНСТИТУТ ГЕОХИМИИ И АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ
им. В.И. ВЕРНАДСКОГО

В.И.ВЕРНАДСКИЙ

Биосфера и ноосфера

Ответственные редакторы:
академик Б.С. СОКОЛОВ
доктор геолого-минералогических наук
А.А. ЯРОШЕВСКИЙ



МОСКВА "НАУКА" 1989



**Владимир Иванович
ВЕРНАДСКИЙ**
1925 г.

Биосфера и ноосфера/ В.И. Вернадский. М.: Наука, 1989. — 261 с.
ISBN 5-02-004618-3.

Книга открывается классической работой "Биосфера", в которой впервые изложена целостная концепция биосферы, сформулированы представления об ее организованности, тесно связанной с организованностью окружающего космического пространства и о путях ее развития. Определены верхняя и нижняя границы биосферы, сгущения и разряжения живого вещества. В двух последующих работах разбираются вопросы эволюции живого вещества и эволюции видов в биосфере.

Для широкого круга специалистов в области естественных наук.

Редакционная коллегия:

канд. истор. наук М.С. БАСТРАКОВА,
доктор геол.-минерал. наук Э.М. ГАЛИМОВ,
доктор философ. наук И.И. МОЧАЛОВ,
доктор геол.-минерал. наук Г.Б. НАУМОВ,
академик Б.С. СОКОЛОВ (отв. редактор),
доктор геол.-минерал. наук А.А. ЯРОШЕВСКИЙ (отв. редактор)

Составители:

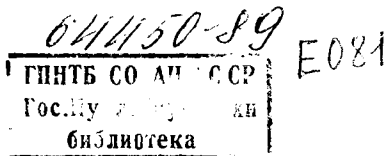
В.С. НЕАПОЛИТАНСКАЯ, А.А. КОСОРУКОВ,
канд. геол.-минерал. наук
И.Н. НЕСТЕРОВА

Рецензенты: В.В. Добровольский, Н.Ф. Овчинников
Редактор издательства В.С. Ванин

Biosphere and noosphere / V.I. Vernadsky. M.: Nauka, 1989.

This volume includes the classical Vernadsky's work "Biosphere", involving the overwhelming concept of the biosphere, its "organised character" connected with the same affinity of space as well as the probable ways of biospheric evolution. Three papers are considering the problems of evolution of living matter and evolution of species in biosphere.

Selected fragments from a number of published and unpublished works and comments of Vernadsky can illustrate his thoughts and considerations on the historical, philosophical and ethical aspects on the problem of biosphere evolution.



В 1501000000—304
055(02)-89 39-89, кн. 2

© Издательство "Наука", 1989

ISBN 5-02-004618-3

ПРЕДИСЛОВИЕ

Владимир Иванович Вернадский — признанный во всем мире создатель современной концепции биосферы и замечательного ее раздела — учения о переходе биосферы в ноосферу. Интерес к его работам в этой области огромен. Современность содержащихся в них мыслей продолжает поражать читателя, открывающего для себя в этих работах все новые и новые пути познания мира.

В последние годы предпринято переиздание многих работ В.И. Вернадского, однако все еще остаются библиографической редкостью некоторые из основных его трудов, посвященных проблемам биосферы, и прежде всего классическая книга "Биосфера". Поэтому нет сомнений, что публикация сочинений, включенных в данную книгу и десятками лет не переиздававшихся, привлечет внимание многих специалистов, связавших свои интересы с исследованием проблемы биосферы.

В первую часть этого тома сочинений В.И. Вернадского под общим названием "Биосфера и ноосфера" включена книга "Биосфера", последний раз опубликованная издательством "Наука" более 20 лет назад, а также две статьи, содержание которых существенно дополняет эту книгу в двух важнейших аспектах — проблеме начала жизни и эволюции видов. Они были опубликованы уже более 30—40 лет назад. Заключает первую часть небольшая статья, посвященная краткому изложению основных положений учения В.И. Вернадского о биосфере и ноосфере, опубликованная на английском языке в американском журнале "American scientist" и вышедшая в свет в 1945 г., уже после смерти автора.

Вероятно, нет необходимости пояснять здесь содержание этих работ — В.И. Вернадский в этом не нуждается. Поэтому мы лишь кратко расскажем, как эти работы готовились к изданию.

Текст "Биосферы" сопровождается небольшими комментариями, которые касаются двух аспектов. Во-первых, в тех случаях, когда автор использует конкретные цифровые материалы и экспериментальные данные, мы указываем их современные оценки. В подавляющем большинстве случаев эти новые материалы полностью согласуются с принципиальными положениями концепции автора, но привести современные цифры нам казалось необходимым, имея в виду тех читателей, которые захотят использовать их для своих выводов и сопоставлений. Во-вторых, в связи с тем что в "Биосфере" отсутствует библиография использованной литературы, мы

посчитали интересным для современного читателя дополнить текст В.И. Вернадского ссылками на те конкретные работы, которые автор упоминает в тексте. Большинство этих работ стало уже историей науки, но они нередко являлись пионерскими в своих областях и сыграли принципиальную роль в развитии науки, а обращение к ним даже сейчас может оказаться полезным и поучительным. При составлении этой библиографии мы использовали ссылки из более поздних работ В.И. Вернадского (главным образом из "Очерков геохимии" и "Химического строения биосферы Земли и ее окружения"), а также личные картотеки и справочный материал центральных библиотек. К сожалению, не всегда удавалось найти конкретную книгу или статью; такие случаи отмечены в комментариях.

Статья "Биосфера и ноосфера" впервые публикуется на русском языке. Она включает конспективное изложение основных положений В.И. Вернадского о биосфере и практически полный текст статьи "Несколько слов о ноосфере", опубликованной на русском языке в 1944 г. и вошедшей в качестве заключительной главы в 1-е и 2-е издания "Химического строения биосферы Земли...". Текст этой статьи также сопровождается краткими комментариями.

Вторая часть книги составлена из подборок в хронологическом порядке высказываний, мыслей, рассуждений В.И. Вернадского, отражающих зарождение и развитие идей автора о переходе биосферы в ноосферу. Они освещают путь, которым он пришел к пониманию огромной роли научной мысли как геологической силы, положения, которое лежит в основе его идей о закономерном переходе биосферы в ноосферу. Эти материалы выбраны из различных источников. В главной массе из работ "Научная мысль как планетное явление" и "Химическое строение биосферы Земли и ее окружения" и ряда других исследований. Но, пожалуй, самым замечательным является тот факт, что в письмах, дневниках, рукописях неопубликованных юношеских работ (1882—1884) удалось найти записи, говорящие о том, что истоки этого направления мысли будущего ученого проявлялись уже в выступлениях Вернадского-студента, когда ему было всего 19—20 лет!

Мы надеемся, что публикация этой подборки создаст значительно более цельное представление не только о том, как работал В.И. Вернадский и как он последовательно шел к своим крупнейшим обобщениям, но и позволит более глубоко оценить саму его концепцию о роли научной мысли в эволюции биосферы.

Часть I

БИОСФЕРА И НООСФЕРА

БИОСФЕРА

ОТ АВТОРА

Среди огромной геологической литературы отсутствует связный очерк биосферы, рассматриваемой как единое целое, как закономерное проявление механизма планеты, ее верхней области — земной коры.

Сама закономерность ее существования обычно оставляется без внимания. Жизнь рассматривается, как случайное явление на Земле, а в связи с этим исчезает из нашего научного кругозора на каждом шагу проявляющееся влияние живого на ход земных процессов, не случайное развитие жизни на Земле и не случайное образование на поверхности планеты, на ее границе с космической средой, особой охваченной жизнью оболочки — *биосферы*.

Такое состояние геологических знаний теснейшим образом связано с своеобразным, исторически сложившимся представлением о геологических явлениях как о совокупности проявления мелких причин, *клубка случайностей*. Из научного сознания исчезает представление о геологических явлениях как о явлениях *планетных*, свойственных в своих законностях не только одной нашей Земле, и о строении Земли как о согласованном в своих частях *механизме*, изучение частных которого должно идти в теснейшей связи с представлением о нем как о целом.

В общем в геологии, в явлениях, связанных с жизнью, изучаются частности. Изучение отвечающего им *механизма* не ставится как задача научного исследования. И когда она не ставится и ее существование не сознается, исследователь неизбежно проходит мимо ее проявлений, окружающих нас на каждом шагу.

В этих очерках автор попытался иначе посмотреть на геологическое значение явлений жизни. Он не делает никаких гипотез. Он пытается стоять на прочной и незыблемой почве — на эмпирических обобщениях. Он, основываясь на точных и бесспорных фактах, пытается *описать* геологическое проявление жизни, дать картину совершающегося вокруг нас планетного процесса.

При этом, однако, он оставил в стороне *три предвзятых идеи*, исторически выясненное проникновение которых в геологическую мысль кажется ему противоречащим существующим в науке эмпирическим обобщениям, этим основным достижениям естествоиспытателя.

Одна из них — это указанная выше идея о геологических явлениях как о *случайных совпадениях причин*, или слепых по самому существу своему, или кажущихся такими по их сложности и множественности, не разложимых в данную эпоху научной мыслью.

Это обычное в науке предвзятое представление только отчасти связано с определенным философско-религиозным миропониманием; главным образом оно является следствием не полного логического анализа основ эмпирического знания.

Другие распространенные в геологической работе предвзятые идеи кажутся автору всецело связанными с чуждыми эмпирической основе науки, вошедшими в нее извне построениями. С одной стороны, принимается логически неизбежным существование *начала жизни*, ее возникновение в ту или в другую стадию геологического прошлого Земли. Эти идеи вошли в науку из религиозно-философских исканий. С другой стороны, считается логически непреложным отражение в геологических явлениях *догеологических стадий развития планеты*, имевшей облик, резко отличный от того, какой подлежит нашему научному исследованию. В частности, считается непреложным бывшее существование огненно-жидкой или горячей газобразной стадии Земли. Эти представления вошли в геологию из области философских, в частности космогонических, интуиций и исканий. Автор считает логическую обязательность следствий из этих идей иллюзией и принятие во внимание этих следствий в текущей геологической работе в данный момент развития геологии вредным, тормозящим и ограничивающим научную работу обстоятельством.

Не предпрещая существования *механизма планеты*, согласованного в единое целое бытия ее частей — он пытается однако охватить с этой точки зрения имеющуюся эмпирически научно установленную совокупность фактов и видит, что при таком охвате геологическое отражение жизни вполне отвечает такому представлению. Ему кажется, что существование планетного механизма, в который входит, как определенная составная часть, жизнь, и в частности область ее проявления — биосфера, отвечает всему имеющемуся эмпирическому материалу, неизбежно вытекает из его научного анализа.

Не считая логически обязательным допущение начала жизни и отражения в геологических явлениях космических стадий планеты, в частности существования для нее когда-то огненно-жидкого или газобразного состояния, автор выбрасывает их из своего круга зрения. И он, не находя никакого следа их проявления в доступном изучению эмпирическом материале, полагает возможным поэтому считать эти представления ненужными надстройками, чуждыми имеющимся крупным и прочным эмпирическим обобщениям. В дальнейшем анализе этих обобщений и связанном с ними теоретическом синтезе следует оставить в стороне эти, в них не находящие опоры, философские и космогонические гипотезы. Надо искать новые.

Печатаемые два очерка — "Биосфера в космосе" и "Область жизни" — независимы друг от друга, но тесно связаны между собой указанной выше общей точкой зрения. Необходимость их обработки выявилась для автора во время работы над явлениями жизни в биосфере, которую он ведет неуклонно с 1917 года.

В связи с этой работой автор подошел еще к трем очеркам — "Живое вещество", "Строение живого вещества", "Живое вещество в геохимической истории системы элементов", окончательно обработать которые для печати он сейчас не имеет времени. Он надеется их издать дополнительно.

Очерк первый

БИОСФЕРА В КОСМОСЕ

*Невозмутимый строй во всем.
Созвучье полное в природе.*

Ф. ТЮТЧЕЗ, 1865

БИОСФЕРА В МИРОВОЙ СРЕДЕ

1. Своеобразным, единственным в своем роде, отличным и неповторяемым в других небесных телах представляется нам *лик Земли* — ее изображение в космосе, вырисовывающееся извне, со стороны, из дали бесконечных небесных пространств.

В лике Земли выявляется поверхность нашей планеты, ее *биосфера*, ее наружная область, отграничивающая ее от космической среды. Лик Земли становится видным благодаря проникающим в него световым излучениям небесных светил, главным образом Солнца. Он собирает всюду из небесных пространств бесконечное число различных излучений, из которых видимые нам световые являются ничтожной частью.

Из невидимых излучений нам известны пока немногие. Мы едва начинаем сознавать их разнообразие, понимать отрывочность и неполноту наших представлений об окружающем и проникающем нас в биосфере мире излучений, об их основном, с трудом постижимом уму, привыкшему к иным картинам мироздания, значении в окружающих нас процессах.

Излучениями нематериальной среды охвачена не только биосфера, но все доступное, все мыслимое пространство. Кругом нас, в нас самих, всюду и везде, без перерыва, вечно сменяясь, совпадая и сталкиваясь, идут *излучения* разной длины волны — от волн, длина которых исчисляется десятиллионными долями миллиметра, до длинных, измеряемых километрами.

Все пространство ими заполнено. Нам трудно, может быть и невозможно, образно представить себе эту среду, *космическую среду мира*, в которой мы живем и в которой — в одном и том же месте и в одно и то же время — мы различаем и измеряем — по мере улучшения наших приемов исследования — все новые и новые излучения.

Их вечная смена и непрерывное заполнение ими пространства резко отличают лишенную материи космическую среду от идеального пространства геометрии.

Это — излучения разного рода. Они выявляют изменение среды и находящихся в ней материальных тел. Одни из них для нас вырисовываются в форме энергии — *передачи состояний*. Но наряду с ними, в том же космическом пространстве, часто со скоростью того же порядка, идет иное *излучение* быстро переносящихся отдельных *мельчайших частиц*, наиболее изученными из которых — помимо материальных — являются электроны, атомы электричества, составные части элементов материи — атомов.

Это две стороны одного и того же явления, между ними есть переходы. Передача состояний есть проявление движения *совокупностей*, будут ли то кванты, электроны, магнетоны, разряды. Движение отдельных их элементов связано с совокупностями; сами они могут оставаться на месте.

Излучение частиц есть проявление переноса отдельных элементов совокупностей. Эти частицы, так же как и излучения, связанные с передачей состояний, могут проходить через строящие мир материальные тела. Они могут являться столь же резкими источниками изменения явлений, наблюдаемых в среде, в которую они попадают, как являются ими формы энергии.

2. Сейчас мы далеки от сколько-нибудь удовлетворительного их познания и можем — в области геохимических явлений биосферы — пока не принимать во внимание излучения частиц.

Но мы должны на каждом шагу считаться во всех наших построениях с теми излучениями передачи состояний, которые являются для нас формами энергии. В зависимости от формы излучений, в частности, например, от длины их волн, они будут нам проявляться как свет, теплота, электричество — будут различным образом менять материальную среду, нашу планету и тела, ее составляющие.

Исходя из изучения длины волн, можно различить огромную область таких излучений. Она охватывает сейчас около 40 октав. Мы можем получить ясное представление об этом числе, вспомнив, что *одной* октавой является видимая часть солнечного спектра.

Мы явно не дошли в этой форме до полного охвата мира, до познания всех октав. Все дальше и дальше расширяется область излучений с ходом научного творчества... Но в наши научные представления о космосе, в наши обычные построения мира входят немногие даже из тех сорока октав, существование которых является несомненным.

Космические излучения, принимаемые нашей планетой, строящие, как увидим, ее биосферу — лежат только в пределах *четырех с половиной октав* из числа 40 нам известных. Нам кажется невероятным отсутствие остальных октав в мировом пространстве; мы считаем это отсутствие кажущимся, объясняем его их поглощением в материальной разреженной среде высоких слоев земной атмосферы.

Для наиболее известных космических излучений — лучей Солнца — известна одна октава световых лучей; три октавы тепловых и пол-октавы ультрафиолетовых. Представляется несомненным, что эта последняя является небольшим осколком, пропущенным стратосферой (§ 114).

3. Космические излучения вечно и непрерывно льют на лик Земли мощный поток сил, придающий совершенно особый, новый характер частям планеты, граничащим с космическим пространством.

Благодаря космическим излучениям биосфера получает во всем своем строении новые, необычные и неизвестные для земного веще-

ства свойства, и отражающий ее в космической среде лик Земли выявляет в этой среде новую, измененную космическими силами, картину земной поверхности.

Вещество биосферы благодаря им проникнуто энергией; оно становится активным, собирает и распределяет в биосфере полученную в форме излучений энергию, превращает ее в конце концов в энергию в земной среде свободную, способную производить работу.

Образованная им земная поверхностная оболочка не может, таким образом, рассматриваться, как область только вещества; это область энергии, источник изменения планеты внешними космическими силами.

Лик Земли ими меняется, ими в значительной мере лепится. Он не есть только отражение нашей планеты, проявление ее вещества и ее энергии — он одновременно является и созданием внешних сил космоса.

Благодаря этому история биосферы резко отлична от истории других частей планеты, и ее значение в планетном механизме совершенно исключительное.

Она в такой же, если не в большей, степени есть создание Солнца, как и выявление процессов Земли. Древние интуиции великих религиозных созданий человечества о тварях Земли, в частности о людях — как *детях Солнца*, гораздо ближе к истине, чем думают те, которые видят в тварях Земли только эфемерные создания слепых и случайных изменений земного вещества, земных сил.

Твари Земли являются созданием сложного космического процесса, необходимой и закономерной частью стройного космического механизма, в котором, как мы знаем, нет случайности.

4. К тому же самому выводу приводят нас резко меняющиеся за последние годы наши представления о *веществе*, из которого построена биосфера.

Исходя из них, для нас является неизбежным видеть в нем проявление космического механизма.

Это отнюдь не является следствием того, что часть вещества биосферы — может быть, большая — неземного происхождения, попадает на нашу планету извне, из космических пространств. Ибо это приходящее извне вещество — космическая пыль и метеориты — неотличимо в своем внутреннем строении от земного.

Многое нам еще непонятно и неясно в неожиданном характере его строения, нам сейчас открывающегося. Еще мы не достигли определенного и полного о нем представления; однако совершающиеся изменения наших представлений о нем так велики и настолько меняют все наше понимание геологических явлений, что на них необходимо остановиться прежде всего при первом нашем вступлении в эту область земных явлений.

Несомненно, одинаковость строения достигающего до нас космического вещества со строением вещества Земли не ограничивается биосферой — тонкой наружной пленкой планеты. Оно то же для

всей земной коры, для оболочки литосферы мощностью в 60—100 км, верхнюю часть которой является неразрывно и постепенно с нею сливающаяся биосфера (§ 90).

Нельзя сомневаться, что и вещество более глубоких частей планеты того же характера — хотя химический состав его иной и хотя, по-видимому, оно всегда чуждо земной коре. Поэтому его можно оставить без внимания при изучении явлений, наблюдаемых в биосфере. Вещество земных областей, лежащих ниже земной коры, едва ли проникает в нее в сколько-нибудь значительных количествах в короткие периоды времени.

5. Долгое время не возбуждало никакого сомнения представление, что химический состав земной коры обуславливается чисто геологическими причинами и является результатом взаимодействия многочисленных разнообразных, мелких и крупных геологических явлений.

Объяснение ему искали в совокупном действии тех самых геологических явлений, которые мы наблюдаем и сейчас в окружающей нас среде — в химическом и в растворяющем действии вод, атмосферы, организмов, вулканических извержений и т.п. Земная кора, казалось, получила современный свой химический состав — качественный и количественный — в результате взаимодействия одних и тех же геологических процессов в течение всего геологического времени и неизменных за этот период свойств химических элементов.

Такое объяснение представляло многочисленные трудности, и наряду с ним существовали еще более сложные представления об изменении во времени геологических явлений, вызвавших этот химический состав. В связи с этим стали видеть в этом составе отражение древних периодов истории Земли, не похожих на современный; стали считать земную кору за измененную окалину некогда расплавленной массы нашей планеты, образовавшуюся на земной поверхности в полном согласии с законами распределения химических элементов таких застывающих при понижении температуры расплавленных масс. Для объяснения преобладания в ней определенных относительно легких элементов обращались к еще более древним периодам земной истории, предшествовавшим образованию земной коры — к космическим периодам, — и считали, что в это время при образовании из туманности ее расплавленной массы, ближе к центру, скопились более тяжелые химические элементы.

Во всех этих представлениях состав земной коры связывался с геологическими явлениями. Элементы участвовали в них своими химическими свойствами, когда они могли давать химические соединения, своим атомным весом при высокой температуре, когда все соединения представлялись неустойчивыми.

6. Несомненно, что сейчас выясняются в химическом составе земной коры закономерности, которые в корне противоречат этим объяснениям.

И в то же время общая картина химического строения всех других небесных светил открывает перед нами такие их слож-

ность, своеобразие и закономерность, которые раньше не могли даже подозреваться.

В составе нашей планеты — и земной коры, в частности — открываются указания на явления, далеко выходящие за ее пределы. Мы не можем их понять, если не отойдем от области земных, даже планетных явлений, не обратимся к строению всей космической материи, к ее атомам, к их изменению в космических процессах. В этой области быстро накапливаются разнообразные указания, едва охваченные теоретической мыслью. Их значение только начинает сознаваться. Они не всегда могут быть ясно и определенно формулированы, и выводы из них обычно не делаются.

Но огромное значение этих явлений не должно забываться. Эти новые факты должны теперь же учитываться в их неожиданных следствиях. Три области явлений могут быть уже теперь отмечены: 1) особое положение элементов земной коры в периодической системе, 2) их сложность и 3) неравномерность их распространения.

Так, в массе земной коры резко преобладают химические элементы, отвечающие четным атомным числам (*Оддо*, 1914) [1]. Объяснить это явление геологическими причинами, известными нам, мы не можем. К тому же немедленно выяснилось, что то же самое явление выражено еще более резко для единственных, чуждых Земле космических тел, доступных непосредственному научному изучению — для метеоритов (*Гаркинс*, 1917) [2].

Область других фактов является, может быть, еще более непонятной. Попытки объяснить их геологическими причинами (*Д. Томсон*, 1921) [3] противоречат известным в этой области явлениям. Нам непонятна *неизменная сложность* земных химических элементов, определенные постоянные соотношения между количеством *изотопов*, в них входящих. И здесь изучение изотопов в химических элементах метеоритов указало на тождественность смесей в этих явно различных по своей истории и положению в космосе тел.

Явной стала и невозможность объяснить определенный состав земной коры — и нашей планеты — различным атомным весом элементов, в нее входящих. Не геологические, а какие-то другие причины должны объяснять различие состава земной коры и земного ядра; не может быть случайным выявляющееся сходство между составом метеоритов и более глубоких слоев нашей планеты. Причину преобладания относительно легких элементов, но в том числе и довольно тяжелого железа, в земной коре следует искать не в геологических или геохимических явлениях, не в земной только истории.

Она лежит глубже — она связана с историей космоса, может быть с строением химических элементов.

Новое неожиданное подтверждение этого вывода получается сейчас в выясняющемся сходстве состава *наружных частей* Земли (т.е. земной коры), Солнца и звезд. Еще в 1914 г. *Рассел* [4] указал на сходство состава земной коры с составом Солнца (т.е. наружных его слоев, которые мы изучаем). Еще резче эти соотношения

выступают в новых работах над спектрами звезд. Так, работы *Ц. Пайн* (1925) [5] дают следующий ход — в порядке убывания — распространенности химических элементов: Si—Na—Mg—Al—C—Ca—Fe (> 1% — первая декада); Zn—Ti—Mn—Cr—K (0,1—1% — вторая декада). Здесь выявляется перед нами ясная аналогия с тем же порядком следования химических элементов земной коры: O—Si—Al—Fe—Ca—Na—K—Mg.

Эти работы — первые достижения в новой и большой области явлений. Несомненно, они еще требуют подтверждения и проверки, но мы не можем сейчас закрывать глаза и не считаться с тем, что первые полученные результаты резко подчеркивают сходство состава наружных оболочек небесных тел — Земли, Солнца, звезд.

Наружные части небесных светил связаны непосредственно с космической средой; они находятся путем излучений во взаимодействии друг с другом. Может быть, объяснение этого явления надо искать в обмене материей, который, по-видимому, происходит между этими телами и имеет место в космосе.

Иную картину являют, по-видимому, более глубокие части тел мироздания. Метеориты и внутренние массы Земли резко отличны по составу от известных нам наружных оболочек.

7. Так резко меняется наше представление о составе нашей планеты и, в частности, о составе земной коры и ее наружной оболочки — биосферы.

Мы начинаем видеть в ней не единичное планетное или земное явление, а проявление строения атомов и их положения в космосе, их изменения в космической истории.

Если даже мы не умеем объяснить эти явления — мы вышли на верный путь искания, пришли в новую, иную область явлений, чем та, с которой так долго пытались связать химию Земли.

Мы знаем, где надо искать решения стоящей перед нами задачи и где искать ее безнадежно. Наше понимание наблюдаемого изменяется коренным образом.

В верхней поверхностной пленке нашей планеты, в биосфере, мы должны искать отражения не только случайных единичных геологических явлений, но и проявления строения космоса, связанного со строением и историей химических атомов.

Биосфера не может быть понята в явлениях, на ней происходящих, если будет упущена эта ее резко выступающая связь с строением всего космического механизма. И эту связь мы можем установить в бесчисленных нам известных других фактах ее истории [6].

БИОСФЕРА КАК ОБЛАСТЬ ПРЕВРАЩЕНИЙ КОСМИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

8. По существу, биосфера может быть рассматриваема как область земной коры, занятая трансформаторами, переводящими космические излучения в действенную земную энергию — электрическую, химическую, механическую, тепловую и т.д.

Космические излучения, идущие от всех небесных тел, охватывают биосферу, проникают всю ее и все в ней.

Мы улавливаем и сознаем только ничтожную часть этих излучений, и среди них мы изучали почти исключительно излучения Солнца.

Но мы знаем, что существуют и падают на биосферу волны иных путей, идущие от отдаленнейших частей космоса. Так, звезды и туманности непрерывно шлют на нашу планету световые излучения.

Все говорит за то, что открытые *В. Гессом* в верхних слоях атмосферы проникающие излучения возникают вне границ нашей солнечной системы. Их возникновение ищут в Млечном Пути, в туманностях, в звездах типа Мира Цети (*Mira Ceti*). Может быть, из Млечного Пути (*В. Гернст*) происходят загадочные проникающие радиации, столь яркие в высоких слоях нашей атмосферы.

Их учет и их понимание — дело будущего. Но, несомненно, не они, а лучи Солнца обуславливают главные черты механизма биосферы. Изучение отражения на земных процессах солнечных излучений уже достаточно для получения первого, но точного и глубокого представления о биосфере как о земном и космическом механизме. Солнцем в корне переработан и изменен лик Земли, пронизана и охвачена биосфера. В значительной мере биосфера является проявлением его излучений; она составляет планетный механизм, превращающий их в новые разнообразные формы земной свободной энергии, которая в корне меняет историю и судьбу нашей планеты.

Для нас уже ясно огромное значение в биосфере коротких ультрафиолетовых волн солнечной радиации, длинных красных тепловых, и промежуточных лучей видимого светового спектра. В строении биосферы мы уже сейчас можем выделить ее части, играющие роль трансформаторов для этих трех различных систем солнечных колебаний.

Медленно и с трудом выявляется нашему уму механизм превращения солнечной энергии в биосфере в земные силы. Мы привыкли видеть другие черты в отвечающих ему явлениях; он скрыт для нас в бесконечном разнообразии красок, форм, движений природы — мы сами составляем его часть нашей жизнью. Века и тысячелетия прошли, пока человеческая мысль могла отметить черты единого связного механизма в кажущейся хаотической картине природы.

9. Превращение трех систем солнечных излияний в земную энергию происходит отчасти в одних и тех же участках биосферы, но местами в ней выделяются области, в которых резко преобладают превращения одного какого-нибудь рода. Природные тела — носители превращений — всегда резко различны для ультрафиолетовых, световых и тепловых солнечных волн.

Короткие ультрафиолетовые излучения в известной части своей целиком, в других — в значительной мере задерживаются в верхних разреженных частях газовой земной оболочки — в стратосфере и, может быть, в еще более высокой и более бедной атомами "свободной атмосфере".

Это "задерживание", "поглощение" связано с трансформацией лучевой энергии коротких волн. В этих областях под влиянием ультрафиолетовых излучений наблюдаются изменения электромагнитных полей, распадаения молекул, разнообразные явления ионизации, новообразования газовых молекул новых химических соединений. Лучистая энергия частью превращается в разные формы электрических и магнитных проявлений, частью в связанные с ней молекулярные, атомные и своеобразные химические процессы разреженных газообразных состояний вещества.

Нашему взору эти области и эти тела являются в форме северных сияний, зарниц, зодиакального света, свечения небесного свода, который становится заметным лишь в темные ночи, но все же составляет значительную часть освещения ночного неба, в форме светящихся облаков и других разнообразных отражений стратосферы и внешних пределов планеты в картине нашего земного мира. Нашим инструментам этот таинственный мир явлений раскрывается в электрических, магнитных, радиоактивных, химических, спектроскопических отражениях в его непрерывном движении и в превышающем мысль разнообразии.

Эти явления не являются следствием изменения земной средой одних ультрафиолетовых лучей Солнца. Мы должны считать здесь со сложным процессом. Здесь "задерживаются", т.е. превращаются в новые явления — уже земные — все формы лучистой энергии Солнца за пределами тех 4,5 ее октав, которые попадают в биосферу (§ 2). За эти пределы едва ли заходят и те мощные потоки частиц — электронов, которые непрерывно исходят из Солнца, или те материальные части — космическая пыль и газовые тела, — столь же непрерывно захватываемые земным притяжением и несущие Земле новые источники энергии.

Мало-помалу входит в общее сознание значение этих явлений в истории нашей планеты. Так, несомненной стала связь их с другой формой превращения космической энергии, с областью живого вещества. Короткие световые волны — 180—200 м μ — разрушают все живые организмы. Задерживая короткие волны нацело, стратосфера охраняет от них нижние слои земной поверхности — область жизни.

Чрезвычайно характерно, что главное поглощение этих лучей связано с озоном (озоновый экран — § 115), образование ко-

того обусловлено существованием свободного кислорода — продукта жизни.

10. Если значение превращения ультрафиолетовых лучей только начинает сознаваться, роль *солнечной теплоты* — главным образом инфракрасных излучений — была понята давно. Она обращает на себя главное внимание при изучении влияния Солнца на геологические и даже геохимические процессы. Ясна и бесспорна роль лучистой солнечной теплоты и для существования жизни. Несомненно и превращение тепловой лучистой энергии Солнца в энергию механическую, молекулярную (испарение и т.п.), химическую.

Проявления таких превращений наблюдаются нами на каждом шагу и не требуют разъяснений; мы видим их в жизни организмов, в движении и деятельности ветров или морских течений, в морской волне и морском прибое, в разрушении скал и деятельности ледников, в движении и образовании рек и в колоссальной работе снежных и дождевых осадков...

Обычно менее сознается собирающая и распределяющая тепло роль жидких и газовых частей биосферы — переработка ею этим путем лучистой тепловой энергии Солнца. Атмосфера, океан, озера и реки, дождевые и снеговые осадки являются тем аппаратом, который производит эту работу. Мировой океан благодаря совершенно особым, исключительным среди всех соединений тепловым свойствам воды может быть связанным с характером ее молекул, является регулятором тепла, огромная роль которого на каждом шагу сказывается в бесчисленных явлениях погоды и климата и в связанных с ними процессах жизни и выветривания. Быстро нагреваясь благодаря своей большой теплоемкости, океан медленно отдает собранное тепло благодаря характеру своей теплопроводности. Он превращает поглощенную лучистую теплоту в молекулярную энергию при испарении, в химическую — через проникающее его живое вещество, в механическую — в своих морских течениях и прибое. Того же направления и, пожалуй, сравнимого масштаба термическая роль рек, осадков, воздушных масс и их нагреваний и охлаждений.

11. Ультрафиолетовые и инфракрасные лучи Солнца влияют на химические процессы биосферы только косвенным путем. Не они являются главным источником их энергии. Химическая энергия биосферы — в ее действенной форме — выявляется из лучистой энергии Солнца совокупностью живых организмов Земли — ее *живым веществом*. Создавая фотосинтезом — солнечным лучом — бесконечное число новых в биосфере химических соединений — многие миллионы различных комбинаций атомов, оно непрерывно, с уму непостижимой быстротой покрывает ее мощной толщей молекулярных систем, чрезвычайно легко дающих новые соединения, богатые свободной энергией в термодинамическом поле биосферы, в нем неустойчивые и неуклонно переходящие в новые формы устойчивого равновесия.

Эта форма трансформаторов является совершенно особым механиз-

мом по сравнению с телами Земли, в которых идет превращение в новые формы энергии коротких и длинных волн солнечной радиации. Мы объясняем превращение ультрафиолетовых лучей их воздействием на материю. на ее независимым от них путем полученные атомные системы; превращения же тепловых излучений связываем с созданными помимо их непосредственного влияния молекулярными строениями. Но фотосинтез, как он наблюдается в биосфере, связан с особыми чрезвычайно сложными механизмами, *создаваемыми им самим* при условии одновременного проявления и превращения в окружающей среде ультрафиолетовых и красных радиаций Солнца.

Создаваемые этим путем механизмы превращения энергии — *живые организмы* — представляют совершенно особого рода образования, резко отличные от всех атомных, ионных или молекулярных систем, которые строят материю земной коры вне биосферы и часть вещества биосферы.

Живые организмы составлены из структур того же рода, правда более сложных, как и те, которые строят косную материю. Однако по производимым ими изменениям в химических процессах биосферы они не могут быть рассматриваемы, как простые совокупности этих структур. Энергетический их характер, как он проявляется в их размножении, с геохимической точки зрения не сравним с инертными структурами, строящими и косную, и живую материю.

Механизм химического действия живого вещества нам неизвестен. По-видимому, однако, начинает выясняться, что с точки зрения энергетических явлений, в живом веществе фотосинтез происходит не только в особой химической среде, но и особом термодинамическом поле, отличном от термодинамического поля биосферы. После умирания организма соединения, устойчивые в термодинамическом поле живого вещества, попадая в термодинамическое поле биосферы, оказываются в нем неустойчивыми и являются в нем источником свободной энергии¹.

ЭМПИРИЧЕСКОЕ ОБОБЩЕНИЕ И ГИПОТЕЗА

12. По-видимому, такое понимание энергетических явлений жизни, поскольку оно выражается в геохимических процессах, правильно выражает наблюдаемые факты. Но утверждать это мы не можем, так как здесь мы встречаемся с своеобразным состоянием наших знаний в области биологических наук по сравнению с науками о косном веществе.

Мы уже видели, что и в последних оказалось необходимым оставить в стороне наши представления о биосфере и о составе земной коры, в течение долгих поколений казавшиеся правильными,

¹ Область явлений внутри организма (термодинамическое поле живого вещества) отличается, с точки зрения термодинамической и химической, от термодинамического поля биосферы.

отбросить долго царившие объяснения чисто геологического характера (§ 6). То, что казалось логически и научно неизбежным, в конце концов оказалось иллюзией, и явление предстает нам в таких формах, которые никем не ожидалось.

Положение в области изучения жизни еще более трудное, так как едва ли есть область естествознания, которая бы в самых основных своих понятиях была так проникнута чуждыми по своему генезису науке философскими и религиозными построениями. В наших представлениях о живом организме на каждом шагу чрезвычайно сказываются философские и религиозные искания и достижения. В течение веков на все суждения даже точных натуралистов в этой области накладывались эти часто чуждые науке по своей сущности, но не менее драгоценные и глубокие охваты космоса человеческим сознанием. И они привели к огромной трудности сохранить в этой области явлений одинаковый с другими научный подход к их изучению.

13. Отражением таких философских и религиозных идей, а не выводом из научных фактов являются и оба господствующих представления о жизни: виталистическое и механистическое.

Оба оказывают в изучении явлений жизни тормозящее влияние, запутывают эмпирические обобщения.

Первые вносят в явления жизни такие объяснения, которые стоят вне того мира моделей, в форме которых мы представляем в научных обобщениях космос. Вследствие такого характера этих представлений они в научной области лишены творческого значения, являются бесплодными. Не менее губительны представления механистического характера, видящие в живых организмах одну игру физико-химических сил. Они ограничивают область научного искания и заранее предрешают его результат; вносят в научную область угадку, затемняют научное понимание. Конечно, если бы угадка была удачна — научная обработка быстро сгладила бы все шероховатости. Но угадка оказалась слишком тесно связанной с абстрактными философскими построениями, чуждыми научно изучаемой реальности, приводящими к чрезвычайно упрощенным представлениям о жизни, уничтожающим сознание сложности явлений. До сих пор — в течение столетий — эта угадка ни на шаг не подвинула понимание жизни.

Правильным является поэтому стремление, все более и более преобладающее в научных исканиях, оставить в стороне оба типа объяснений жизни, подходить к изучению ее явлений чисто эмпирически, считаться с невозможностью дать ей "объяснение", т.е. дать ей место в нашем абстрактном космосе, научно построенном из моделей — гипотез.

Сейчас к явлениям жизни можно подходить с залогом успеха только эмпирически, на считаясь с гипотезами. Только такой подход откроет в них новые черты, которые или расширят область физико-химических сил, нам до сих пор научно известных, или же введут новый принцип или аксиому в науку, новое недоказуемое и целиком не выводимое из известных аксиом и принципов поня-

тие — наряду с теми, которые строят наш научный мир материи и энергии. Тогда окажется возможным, внося гипотезы, связать эти явления с нашими построениями космоса, подобно тому как открытие явлений радиоактивности связало с ними мир атомов.

14. Живой организм биосферы сейчас эмпирически должен изучаться как особое, целиком не сводимое на известные физико-химические системы тело. Может ли он быть всецело на них сведен когда-нибудь — наука сейчас решить не может. Несомненно это представляется возможным. Но в нашем эмпирическом изучении явлений природы мы не можем забывать и другой возможности, того, что сама эта многими ставившаяся в науке задача может оказаться столь же иллюзорной, какой оказалась проблема квадратуры круга. В области биологии мы не раз подходим к аналогичным сомнениям.

Еще более, чем в биологии, необходимо стоять на эмпирической почве — вне механистических и виталистических представлений — в науках геологических.

В одной из них — в геохимии — на каждом шагу приходится сталкиваться с явлениями жизни. Здесь организмы в виде своих совокупностей — живых веществ — являются одним из главных действующих факторов.

Живое вещество придает биосфере совершенно необычайный и для нас пока единственный в мироздании облик. Помимо нашей воли мы не можем не различать в ней два типа вещества — *косное и живое*, — влияющие друг на друга, но в некоторых основных чертах своей геологической истории разделенные непроходимой пропастью. Никогда не возникает никаких сомнений в принадлежности этих двух разных типов вещества биосферы к разным необъединимым категориям явлений.

Их основное различие, в чем бы оно ни заключалось, есть не только эмпирический факт, но одно из важнейших эмпирических обобщений естествознания.

Значение этого обобщения и вообще значение эмпирических обобщений в науке часто упускается из виду, и под влиянием рутины и философских построений эмпирические обобщения отождествляются с научными гипотезами.

Имея дело с явлениями жизни особенно необходимо избегать такой укоренившейся вредной привычки.

15. Между эмпирическими обобщениями и научными гипотезами существуют огромные различия, и точность их выводов далеко не одинакова.

В обоих случаях — и при эмпирических обобщениях, и при гипотезах — мы пользуемся дедукцией для вывода следствий, проверяемых путем изучения реальных явлений. В такой науке исторического характера, какой является геология, эта проверка производится научным наблюдением.

Но различие заключается в том, что эмпирическое обобщение опирается на факты, индуктивным путем собранные, не *выходя за их пределы и не заботясь о согласии или о несогласии полу-*

ченного вывода с другими существующими представлениями о природе. В этом отношении эмпирическое обобщение не отличается от научно установленного факта: их совпадение с нашими научными представлениями о природе нас не интересует, их противоречие с ними составляет *научное открытие*.

В эмпирическом обобщении, хотя и выдвигаются на первое место некоторые определенные признаки явления, в общем всегда сказывается влияние и всех других, принятых во внимание при установке научного факта — всего явления целиком.

Эмпирическое обобщение может очень долго существовать, не подаваясь никаким гипотетическим объяснениям, являться непонятным и все же оказывать огромное, благотворное влияние на понимание явлений природы.

Но затем часто наступает момент, когда оно вдруг начинает освещаться новым светом, становится областью создания гипотез, начинает менять наши схемы мироздания и само меняться. Очень часто тогда оказывается, что в эмпирическом обобщении мы имели не то, что думали, или в действительности имели много больше, чем думали.

Типичным примером такой истории эмпирического обобщения может служить одно из величайших эмпирических обобщений — периодическая система химических элементов *Д.И. Менделеева* и то изменение, которое внесено в нее открытием *Д. Мозли* [7].

16. Совершенно иначе строится гипотеза или теоретическое построение. При гипотезе принимается во внимание какой-нибудь один или несколько важных признаков явления и на основании только их строится представление о явлении, без внимания к другим его сторонам. Научная гипотеза всегда выходит за пределы фактов, послуживших основой для ее построения, и потому — для необходимой прочности — она неизбежно должна связываться по возможности со всеми господствующими теоретическими построениями о природе, им не противоречить.

17. Таким образом, эмпирическое обобщение, раз оно точно выведено из фактов, не требует проверки.

Оно может существовать и быть положено в основу научной работы, даже если оно является непонятным и противоречит господствующим теориям и представлениям.

Только такие эмпирические обобщения, основанные на всей совокупности известных фактов, а не гипотезы и теории, положены мною в основу дальнейшего изложения. Это следующие положения.

1) Никогда в течение всех геологических периодов не было и нет никаких следов абиогенеза (т.е. непосредственного создания живого организма из мертвой, косной материи).

2) Никогда в течение всего геологического времени не наблюдались азойные (т.е. лишенные жизни) геологические эпохи.

3) Отсюда следует, что, во-первых, современное живое вещество генетически связано с живым веществом всех прошлых геологических эпох и что, во-вторых, в течение всего этого вре-

мени условия земной среды были доступны для его существования, т.е. непрерывно была близка к современным.

4) В течение всего этого геологического времени не было резкого изменения в какую-нибудь сторону в химическом влиянии живого вещества на окружающую его среду; все время на земной поверхности шли те же процессы выветривания, т.е. в общем наблюдался тот же средний химический состав живого вещества и земной коры, какой мы и ныне наблюдаем.

5) Из неизменности процессов выветривания вытекает и неизменность количества атомов, захваченных жизнью, т.е. не было больших изменений в количестве живого вещества¹.

6) В чем бы явления жизни ни состояли, энергия, выделяемая организмами, есть в главной своей части, а, может быть, и целиком — лучистая энергия Солнца. Через посредство организмов она регулирует химические проявления земной коры [8].

18. Из принятия в основу наших суждений этих эмпирических обобщений неизбежно вытекает положение, что ряд проблем, которые ставятся в науке — главным образом в философских ее обработках, — исчезает из круга нашего рассмотрения, т.к. они не вытекают из эмпирических обобщений и не могут быть построены без гипотетических предположений. Так должны оставаться без рассмотрения вопросы о начале жизни на Земле, если оно было; все космогонические представления о прошлом безжизненном состоянии Земли, о существовании абиогенеза в гипотетические космические периоды земной истории.

Эти вопросы — начало жизни, абиогенез, существование в истории земной коры безжизненных периодов — так тесно связаны с господствующими научно-философскими построениями, глубоко проникнутыми космогоническими гипотезами, что кажутся многим логически неизбежными.

Однако изучение истории науки показывает, что эти вопросы вошли в науку извне, зародились вне ее — в религиозных или философских исканиях человечества. И это ясно может быть установлено при сравнении их с эмпирической, строящей науку областью точно установленных научных фактов.

Все нам известные точно установленные факты ни в чем не изменятся, если даже все эти проблемы получат отрицательное решение, т.е. если бы мы признали, что жизнь всегда была и не имела начала, что живое — живой организм — никогда и нигде не происходил из косной материи, и что в истории Земли не было вообще геологических эпох, лишенных жизни.

Придется только вместо господствующих космогонических гипотез построить новые, применить к некоторым из оставленных научной мыслью в стороне философских или религиозных построений иную, чем теперь, математическую или научную обработку, как это и было сделано для других философских и религиозных созданий при выработке современных научных космогоний.

¹ Есть только признаки небольших колебаний около некоторого среднего.

ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО В БИОСФЕРЕ

19. Биосфера — единственная область земной коры, занятая жизнью. Только в ней, в тонком наружном слое нашей планеты жизнь сосредоточена; в ней находятся все организмы, всегда резкой, непроходимой гранью отделенные от окружающей их косной материи.

Никогда живой организм в ней не зарождается. Он, умирая, живя и разрушаясь, отдает ей свои атомы и непрерывно берет их из нее — но охваченное жизнью живое вещество всегда имеет свое начало в живом же.

Жизнь захватывает значительную часть атомов составляющей земную поверхность материи. Под ее влиянием эти атомы находятся в непрерывном, интенсивном движении. Из них все время создаются миллионы разнообразнейших соединений. И этот процесс длится без перерыва десятки миллионов лет, от древнейших археозойских эр до нашего времени, в основных чертах оставаясь неизменным.

На земной поверхности нет химической силы, более постоянно действующей, а потому и более могущественной по своим конечным последствиям, чем живые организмы, взятые в целом. И чем более мы изучаем химические явления биосферы, тем более мы убеждаемся, что на ней нет случаев, где бы они были независимы от жизни. И так длилось в течение всей геологической истории. Древнейшие архейские слои дают косвенные признаки существования жизни; древние альгонкские породы, может быть также и археозойские (*И. Помпекки*, 1927) [9], сохранили прямые отпечатки и явные следы организмов. Правы ученые (как *Шухерт*, 1924) [10], выделяющие наряду с богатыми жизнью палеозоем, мезозоем, кайнозоем еще и археозой. К нему принадлежат самые древние, нам доступные и нам известные, части земной коры. Эти слои оказываются свидетелями древнейшей жизни, которая, несомненно, длится не менее $2 \cdot 10^9$ лет [11]. За это время энергия Солнца не могла заметно меняться, и это вполне совпадает с астрономическими возможностями (*Г. Шанлей*, 1925) [12].

20. И даже больше — становится ясным, что прекращение жизни было бы неизбежно связано с прекращением химических изменений, если не всей земной коры, то, во всяком случае, ее поверхности — лика Земли, биосферы. Все минералы верхних частей земной коры — свободные алюмокремневые кислоты (глины), карбонаты (известняки и доломиты), гидраты окиси железа и алюминия (бурые железняки и бокситы) и многие сотни других непрерывно создаются в ней только под влиянием жизни. Если бы жизнь прекратилась — их элементы быстро приняли бы новые химические группировки, отвечающие новым условиям, старые нам известные тела безвозвратно исчезли бы. С исчезновением жизни не оказалось бы на земной поверхности силы, которая могла бы давать непрерывно начало новым химическим соединениям.

На ней неизбежно установилось бы химическое равновесие, химическое спокойствие, которое временами и местами нарушалось

бы привносом веществ из земных глубин: газовыми струями, термами или вулканическими извержениями. Но вновь вносимые этим путем вещества более или менее быстро приняли бы устойчивые формы молекулярных систем, свойственные условиям безжизненной земной коры, и дальше не изменялись бы.

Хотя число точек, откуда проникает вещество глубоких частей земной коры, исчисляется тысячами — рассеянные по всей поверхности планеты, они теряются в ее огромности; повторяясь временами, как, например, вулканические извержения, они незаметны в безмерности земного времени.

С исчезновением жизни на земной поверхности шли бы лишь медленные, от нас скрытые изменения, связанные с земной тектоникой. Они проявлялись бы не в наши годы и столетия, а в годы и столетия геологического времени. Только тогда в космическом цикле они стали бы заметны — подобно тому, как только в нем выступают радиоактивные изменения атомных систем.

Постоянно действующие силы биосферы — нагревание Солнца и химическая деятельность воды — мало изменили бы картину явления, ибо с прекращением жизни скоро исчез бы свободный кислород и уменьшилось бы до чрезвычайности количество углекислоты, исчезли бы главные деятели процессов выветривания, постоянно захватываемые косной материей и постоянно восстанавливаемые в том же неизменном количестве процессами жизни. Вода в термодинамических условиях биосферы является могучим химическим деятелем, — но эта вода "природная", так называемая *вадозная* (§ 89), богатая химически активными центрами жизни — организмами, главным образом невидимыми глазу, измененная растворенными в ней кислородом и углекислотой. Вода, лишенная жизни, кислорода, углекислоты, при температуре и давлении земной поверхности — в инертной газовой среде — явится телом химически мало деятельным, безразличным.

Лик Земли стал бы также неизменен и химически инертен, как является неподвижным лик Луны, как инертны осколки небесных светил, захватываемые притяжением Земли, богатые металлами метеориты и проникающая небесные пространства космическая пыль.

21. Так жизнь является великим, постоянным и непрерывным нарушителем химической косности поверхности нашей планеты.

Ею в действительности определяется не только картина окружающей нас природы, создаваемая красками, формами, сообществом растительных и животных организмов, трудом и творчеством культурного человечества — но ее влияние идет глубже, проникает более грандиозные химические процессы земной коры.

Нет ни одного крупного химического равновесия в *земной коре*, в котором не проявлялось бы основным образом влияние жизни, накладывающей неизгладимую печать на всю химию земной коры.

Жизнь является, таким образом, не внешним, случайным явлением на земной поверхности. Она теснейшим образом связана со строением земной коры, входит в ее механизм и в этом меха-

низме исполняет величайшей важности функции, без которых он не мог бы существовать.

22. Можно говорить о всей жизни, о всем живом веществе как о едином целом в механизме биосферы, хотя только часть его — зеленая, содержащая хлорофилл, растительность — непосредственно использует световой солнечный луч, создает через него фотосинтезом химические соединения, неустойчивые в термодинамическом поле биосферы при умирании организма или при выходе из него.

С этой зеленой частью непосредственно и неразрывно связан весь остальной живой мир. Дальнейшую переработку созданных ею химических соединений представляет все вещество животных и бесхлорофилльных растений. Может быть, только автотрофные бактерии не являются придатком зеленой растительности, но и они генетически, так или иначе, с ней в своем прошлом связаны (§ 100).

Можно рассматривать всю эту часть живой природы, как дальнейшее развитие одного и того же процесса превращения солнечной световой энергии в действенную энергию Земли. Животные и грибы скопляют такие формы богатых азотом тел, которые являются еще более могучими агентами изменения, центрами свободной химической энергии, когда они — при смерти и разрушении организмов или при выходе из них — выходят из их термодинамического поля, где они устойчивы, и попадают в биосферу, в иное термодинамическое поле, где они распадаются с выделением энергии.

Можно, следовательно, брать *все живое вещество* в целом, т.е. совокупность всех живых организмов без исключения (§ 160), как единую, особую область накопления свободной химической энергии в биосфере, превращения в нее световых излучений Солнца.

23. Изучение морфологии и экологии зеленых организмов давно показало, что весь зеленый организм и в своих сообществах и в своем движении приспособлен прежде всего к исполнению своей космической функции — улавливанию и превращению солнечного луча. Как давно заметил один из крупных натуралистов, глубоко вдумавшийся в эти явления австрийский ботаник *И. Визнер* [13], свет влияет на форму зеленых растений много больше, чем теплота, — он "как будто лепит их формы, как из пластического материала".

Одно и то же огромной важности эмпирическое обобщение изложено здесь с разных противоположных точек зрения, сделать выбор между которыми мы сейчас не в состоянии. С одной стороны, ищут причину явления внутри, в автономном живом организме, который *приспособляется* к тому, чтобы улавливать всю световую энергию солнечного луча, с другой стороны, ищут причину *вне* организма, в солнечном луче, который обрабатывает, как инертную массу, зеленый организм, который он освещает.

Очень возможно, что правильным является искать причину явления в обоих объектах — но это дело будущего. Сейчас мы должны считаться с самым эмпирическим наблюдением, которое дает, мне

кажется, много более, чем это выражено в приведенных представлениях.

Эмпирическое наблюдение указывает нам, что в биосфере видна *неразрывная связь* между освещающим ее световым солнечным излучением и находящимся в ней зеленым живым миром организованных существ. Всегда, когда нет препятствующей этому причины, т.е. какой-нибудь *силы*, световой солнечный луч встречает в биосфере на своем пути зеленое растение — освещает трансформатор принесенной им энергии.

Можно утверждать, что такое превращение энергии *нормально* будет происходить с каждым солнечным лучом, и можно рассматривать это превращение энергии как *свойство* живого вещества, как его *функцию* в биосфере.

В тех случаях, когда такой трансформации не происходит и зеленое растение не может исполнять присущей ему в механизме земной коры функции, надо искать объяснения *ненормальности* явления.

Основным выводом *наблюдения* является чрезвычайная автоматичность процесса: нарушение его восстанавливается без всякого участия других объектов, кроме светового солнечного луча и определенным образом построенного и определенным образом живущего зеленого растения. Это восстановление равновесия не произойдет только в том случае, если силы, этому препятствующие, достаточно велики. Восстановление равновесия связано с временем.

24. Наблюдение окружающей природы на каждом шагу дает нам указания на существование в биосфере этого механизма. Размышление легко приводит к сознанию его величия и значения.

В общем вся суша покрыта зеленой растительностью. Обнаженные от зеленой жизни места составляют исключения и теряются в общей картине. В лике Земли, при взгляде из космических пространств, суша должна представляться *зеленой*.

Так же как непрерывно падает на лик Земли ток солнечного света — так же непрерывно растекается по всей поверхности Земли — суши и моря — зеленый аппарат его улавливания и его превращения.

Живое вещество — совокупность организмов — подобно массе газа растекается по земной поверхности — *оказывает* определенное давление в окружающей среде, обходит препятствия, мешающие его передвижению, или ими овладевает, их покрывает.

С течением времени оно неизбежно покрывает весь земной шар своим покровом и только временно может отсутствовать на нем, — когда его движение — его охват — разрушен и сдерживается внешнею силою. Эта неизбежность его всюдности связана с непрерывным освещением лика Земли солнечным излучением, созданием которого является зеленый окружающий нас живой мир.

Это движение достигается путем *размножения организмов*, т.е. автоматического увеличения количества их неделимых. Оно, в общем, никогда не прерываясь, идет с определенным темпом во времени, как с определенным темпом падает на лик Земли солнечный луч.

Изменчивость жизни чрезвычайная — а между тем, несомненно, в среднем, в комплексах организмов — в живом веществе, да и в отдельных организмах — размножение, рост, т.е. работа превращения ими энергии солнечной в земную, химическую, — все подчиняется неизменным математическим законностям. Все учитывается и все приспособляется с той же точностью, с той же механичностью и с тем же подчинением мере и гармонии, какую мы видим в стройных движениях небесных светил и начинаем видеть в системах атомов вещества и атомов энергии.

РАЗМНОЖЕНИЕ ОРГАНИЗМОВ И ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА

25. Растекание *размножением* в биосфере зеленого живого вещества является одним из характернейших и важнейших проявлений механизма земной коры. Оно обще всем живым веществам, лишенным хлорофилла или им обладающим, оно является характернейшим и важнейшим выявлением в биосфере всей жизни, коренным отличием живого от мертвого, формой охвата энергией жизни всего пространства биосферы. Оно выражается в окружающей природе во *всюдности* жизни, в захвате ею — если этому не препятствуют непреодолимые препятствия — всякого свободного пространства биосферы. Область жизни — вся поверхность планеты. Если какая-нибудь часть ее оказалась безжизненной — в короткий или медленный срок она неизбежно будет захвачена живыми организмами. Мера геологического времени в истории планеты — небольшой промежуток, и мы видим, как в это время вырабатываются организмы, приспособленные к жизни в условиях, которые раньше делали ее невозможной. Область жизни, по-видимому, расширяется в геологическом времени (§ 119, 122); и во всяком случае, несомненно, что она всегда охватывает или стремится охватить до конца все доступное ей пространство — на протяжении, вероятно, всей геологической истории.

Ясно, что это стремление является отличительной чертой живого вещества, а не проявлением чуждой ему силы, как, например, при растекании песчаной кучи или ледника под влиянием силы тяготения.

Растекание жизни — движение, выражающееся во всюдности жизни, есть проявление *ее* внутренней энергии, производимой ею химической работы. Оно подобно растеканию газа, которое не есть следствие тяготения, но есть проявление отдельных движений частиц, совокупность которых газ представляет, — их энергии. Так и растекание по поверхности планеты живого вещества есть проявление его энергии, неизбежного движения, занятия нового места в биосфере новыми созданными размножением организмами. Оно есть проявление прежде всего автономной энергии жизни в биосфере. Эта энергия проявляется в работе, производимой жизнью, — в переносе химических элементов и в создании из них новых тел. Я буду называть ее *геохимической энергией жизни* в биосфере.

26. Это движение живых организмов путем размножения, совершающееся с удивительной и неизменной математической правильностью, идет в биосфере непрерывно и является характернейшей и важнейшей по своим эффектам чертой ее механизма. Оно идет на земной поверхности — на суше, оно проникает все водоемы, в том числе гидросферу, оно видно на каждом шагу в тропосфере; в форме паразитов оно охватывает другое живое, имеет место внутри самих живых веществ.

Неуклонно и неизменно оно длится без перерыва и без замедления мириады лет — все время совершая огромную геохимическую работу, являясь формой проникновения энергии солнечного луча в нашу планету и ее распределения по земной поверхности.

Мы должны видеть в нем не только перенос материальных тел, но и передачу энергии. В связи с этим и перенос материальных тел размножением есть процесс особенный.

Это не есть простое механическое передвижение тел по земной поверхности, независимых, не связанных с той средой, в которой они двигаются. Среда, в которой они движутся, не только обуславливает своим сопротивлением трение, как это имеет место в движении тел под влиянием тяготения. В этом движении связь с средой глубже — оно может идти только под влиянием газового обмена движущихся тел и той среды, в которой происходит движение. Оно тем быстрее, чем газовый обмен сильнее, оно замедляется, когда газовый обмен не может иметь место. Газовый обмен — это дыхание организмов; оно, как мы увидим, глубоко меняет, направляет размножение. В движении размножением мы видим проявление его геохимического значения, выражение его, как части механизма биосферы, подобно тому, как само это движение является отражением солнечного луча. Проявлением энергии того же луча является и само дыхание — газовый обмен жизни с окружающей средой.

27. Хотя это движение идет кругом нас непрерывно, мы его не замечаем, так как мы нашим взором охватываем только общий его результат — ту красоту, разнообразие форм и красок, движений и соотношений, которые нам дает живая природа. Мы видим лишь поля и леса с их растительной и животной жизнью, полные жизни водоемы и моря, пронизанную ею, только кажущуюся мертвой, почву. Мы видим статический результат, динамическое равновесие этих движений; редко когда можем наблюдать их самих.

Остановимся на нескольких примерах, в которых вскрыется это создающее живую природу нам не видное, но для живой природы основное своеобразное движение.

Временами на небольших относительно пространствах мы видим прекращение высшей растительной жизни. Лесной пожар, степные палы, взрыленные, распаханые, запущенные поля, вновь образованные острова, застывшие потоки лавы, покрытые вулканическим пеплом пространства суши, освободившиеся от ледников или водных бассейнов ее пространства, новые почвы, образовавшиеся на

безжизненных скалах лишайниками и мхами, — эти и другие формы бесконечных проявлений жизни на нашей планете на некоторое время образуют лишённые трав и деревьев пятна на зеленом покрове суши. Они образуют их на короткое время. Жизнь быстро входит в свои права. И зеленые травы, а затем и древесная растительность занимают утерянные или новые места. Отчасти они занимают их проникновением извне, приносом семян подвижными организмами или еще больше ветром, отчасти возникают от зсоду в почве находящихся их запасов, лежащих в ней в латентном состоянии и сохраняющихся в этой форме иногда по крайней мере столетия.

Но это проникновение семян извне есть необходимое условие заселения, но не оно его производит. Заселение идет благодаря размножению организмов, зависит от свойственной их размножению геохимической энергии; оно идет годами, пока не будет восстановлено нарушенное равновесие. Как мы увидим, это находится в полном соответствии со скоростью передачи в биосфере жизни, передачи геохимической энергии этих живых веществ — высших зеленых растений.

В этом случае, следя внимательно за заселением пустых пространств, человек может видеть то движение растекания жизни, о котором я говорю, реально ощущать ее давление; вдумываясь в него, он может созерцать движение на нашей планете солнечной энергии, превращенной в земную — химическую.

Он его ощущает и в тех случаях, когда ему приходится защищать от чуждого заселения нужные ему поля или пустые пространства, тратить на преодоление давления жизни свою энергию.

Он видит его и тогда, когда всматривается в окружающую его природу, в глухую, молчаливую, беспощадную борьбу за существование, которую ведут кругом него зеленые растения. Он видит и ощущает действительно, как надвигается лес на степь или как лишайниковая тундра в своем *движении* его угашает.

28. Членистоногие насекомые — клещи, пауки составляют главную массу живого животного вещества суши. В тропических и подтропических странах среди них преобладающую роль играют *Othoptera* — муравьи, термиты. Размножение их идет своеобразным путем. Хотя геохимическая энергия, ему отвечающая (§ 37), и того же порядка, как для высших зеленых растений, — она все же несколько меньше.

В государствах термитов дает потомство — производит непосредственно размножение — один организм из десятков тысяч, иногда сотен тысяч бесполок неделимых. Это царица-мать. Она кладет яички непрерывно весь свой век — иногда десять и больше лет. Количество яичек — новых особей, — которое она может дать, исчисляется миллиардами. В год она дает сотни тысяч. Указываются случаи, когда она дает 60 яичек в минуту, т.е. 86 400 штук в сутки — так же правильно, как в часовых механизмах отбиваются секунды, суточное количество которых равно тем же 86 400.

Размножение идет *роями*. Часть потомства с новой царицей-

маткой улетает и захватывает новое пространство, вне ареала, необходимого для жизни первого, исходного государства. Всюду действует с математической точностью инстинкт: и в сохранении яичек, немедленно уносимых рабочими термитами, и в отлете роев, и в замене — в случае неожиданных случайностей — старой матки новой. Всюду действует с той же точностью и число. Все подвержено мере, числовой законности: число яичек, число годовых роев, в них неделимых, число населения государств, размеры и вес организмов, темп размножения и вызванного им переноса геохимической энергии термитов по земной поверхности.

Мы можем точно выразить числом напряжение движения термитов по земной поверхности, благодаря их размножению, зная годовое количество роев, число в них особей, их размеры, количество яичек, отлагаемых в год царицей; мы можем обнять числом отвечающее этому движению его отражение в окружающей среде, его давление.

Давление это очень велико. Человек, живущий в области их обитания, знает это по той работе, которую он должен производить, чтобы защитить от них продукты своего существования, своего питания.

Если бы не было препятствий во внешней среде, главным образом в окружающей термитов жизни, в немногие годы они могли бы захватить и покрыть своими государствами всю поверхность биосферы — $5,10065 \cdot 10^3$ км².

29. Среди организмов *бактерии* занимают особое место. Это организованные тела мельчайших известных размеров: линейные размеры их измеряются 10^{-4} и даже 10^{-5} см. В то же самое время это организмы с наибольшей силой размножения. Они размножаются дроблением. Каждая клетка многократно удваивается в сутки. Наиболее быстро размножающаяся бактерия производит эту работу 63—64 раза в сутки, в среднем каждые 23—22 минуты, с такой же правильностью, как откладывает яички самка термитов или обращается около Солнца планета, на которой она живет.

Бактерии живут в жидкой или полужидкой среде. Главные их массы наблюдаются в гидросфере; значительные количества сосредоточены в почве, проникают в другие организмы.

Если бы не было препятствий во внешней среде, они могли бы создать с непостижимой для нас быстротой невероятные количества сложнейших химических соединений, являющихся вместилищем огромной химической энергии.

Этой огромной энергии отвечает огромная быстрота их размножения. Этим путем в течение полутора и менее суток бактерии могли бы покрыть тонким однослойным покровом поверхность земного шара, которую размножением зеленые травы или насекомые одолели бы в течение ряда лет, в отдельных случаях сотен дней.

В морской среде находятся бактерии почти шаровой формы, объем которых, по *М. Фишеру* [14], достигает 1 мкм³, т.е. 10^{-12} см³. В одном кубическом сантиметре может заключаться 10^{12} неделимых, и при быстроте их размножения — в сутки около 63 делений

каждой клетки — 1 см^3 может быть ими заполнен в течение нескольких — 11—13 часов, если в него попадет одна такая бактерия. В действительности бактерии живут не изолированно, а образуют колонии и при благоприятных условиях они заполняют 1 см^3 еще быстрее.

Процесс деления неизбежно происходит с этим темпом, если бактерия живет в условиях жизни этому благоприятных, прежде всего, если температура среды это позволяет. Если температура падает, быстрота чередования поколений уменьшается, и это изменение может быть выражено в точной числовой формуле. Все время бактерия дышит, т.е. находится в тесной связи с растворенными в воде газами. Ясно, что количество бактерий путем размножения никогда не может достигнуть в кубическом сантиметре той величины, которая определяет в нем количество газовых молекул, то есть $2,706 \cdot 10^{19}$ (число *Лошмидта*). Газовых молекул в 1 см^3 , заполненном водой, будет во много раз меньше. Мы видим здесь предел размножению, ставящийся явлениями дыхания, свойствами газообразного состояния материи.

30. Пример бактерий позволяет выразить движение, наблюдаемое в биосфере благодаря размножению, в другой форме, чем мы это делали до сих пор.

Представим себе период в истории Земли, который гипотетически неправильно, как увидим, допускают геологи, время, когда океан покрывал не три четверти земной поверхности, а всю планету. Э. Зюсс [15] относил это "вселенское море" (по-гречески "Панталасса") в археозойскую эру. Бактерии в это время, несомненно, его населяли. Их следы известны в слоях древнейшего палеозоя. Характер минералов археозойских слоев и, особенно, характер их ассоциаций с не меньшей несомненностью доказывают нахождение бактерий во всем археозое — в самых древнейших, доступных геологическому изучению пластах нашей планеты. Если бы в этом "вселенском море" температура была благоприятна для их жизни и если бы в нем не было препятствий их размножению, шаровая бактерия объемом 10^{-12} см^3 в 1,47 суток — меньше чем в полутора суток — образовала бы в этом море сплошную пленку площадью $5,10065 \cdot 10^8 \text{ км}^2$.

Пленки бактерий, образующиеся благодаря их размножению, занимают хотя и меньшие, но все же весьма значительные площади в биосфере.

В 90-х годах прошлого столетия профессор *М.А. Егунов* [16] указывал на существование тонкой пленки серных бактерий на всей площади Черного моря. Эта пленка равнялась бы в таком случае поверхности Черного моря, т.е. $411\,540 \text{ км}^2$, и лежала бы на границе кислородной поверхности, т.е. на глубине 200 м. Однако исследования профессора *Б.Л. Исаченко* [17], участника экспедиции *Н.М. Книповича* (1926), не подтверждают этих данных. Это же явление в менее грандиозных размерах, но отчетливо выражено в динамических равновесиях живых организмов, например, на границе между пресной и соленой водой в Мертвом озере Кильдин-

ских островов, которое на всей своей поверхности всегда покрыто сплошной пленкой пурпурных бактерий (К. Дерюгин, 1926) [18].

Другие микроскопические, но все же более крупные организмы постоянно дают примеры подобных явлений. От времени до времени пленка, образованная этими организмами океанического планктона, покрывает пространство в тысячи квадратных километров. Подобные пленки образуются довольно быстро.

Во всех этих случаях можно изобразить геохимическую энергию этих процессов таким же образом, а именно в виде *передвижения* этой энергии на земной поверхности, причем скорость растекания пропорциональна скорости размножения вида, в нашем случае бактерии Фишера.

При своем максимальном развитии, когда данный вид заселит всю земную поверхность ($5,10065 \cdot 10^8 \text{ км}^2$), эта энергия за определенное время, разное для каждого вида, пройдет также максимальное расстояние, равное земному экватору, т.е. 40 075 721 м.

Бактерия Фишера, размером в 10^{-12} см^3 , при образовании пленки во "вселенном море" Э. Зюсса развила бы энергию, скорость продвижения которой по земному диаметру была бы равна около 33 100 см/сек.

Это явление может быть выражено в иной форме. Скорость v , равная 33 100 см/сек, может быть рассматриваема, как скорость передачи жизни, геохимической энергии вокруг земного шара; она равна средней скорости вращения вокруг него бактерии путем размножения. В 1,47 суток бактерия размножением обтекает земной шар, совершает вокруг него в "вселенном море" полный оборот...

Скорость передачи жизни, по наибольшему расстоянию ей доступному — величина v — будет той характерной для каждого однородного живого вещества постоянной, которой мы будем пользоваться для выражения геохимической энергии жизни.

31. В основе этой величины, всегда отличной для всякого вида или расы, сказываются, с одной стороны, характер механизма размножения, а с другой стороны, те пределы возможному размножению, которые кладутся размерами и свойствами планеты.

Скорость передачи жизни не есть простое выражение свойства автономных организмов или их совокупностей — живых веществ; она выражает их размножение в соответствии с биосферой, как планетное явление. В ее выражение неизбежно входят элементы планеты — величины ее поверхности и ее экватора. Мы имеем здесь аналогию с некоторыми другими свойствами организма, например с его *весом*. Вес организма на Земле и того же организма на другой планете будет иной, хотя организм может при этом не измениться. Точно так же и скорость передачи его жизни, например, на Земле или на Юпитере, площадь и экватор которого иные, чем Земли, будет иная, хотя бы сам организм остался при этом неизменным.

Этот специфически земной характер скорости передачи жизни вызывается тем *ограничением*, которое свойства и характер Земли как планеты, биосферы как космического явления вносят в

проявление заложенного в организмах как в автономных созданиях механизма размножения.

32. Область явлений размножения мало обращала на себя внимание биологов. Но в ней — отчасти незаметно для самих натуралистов — установилось несколько эмпирических обобщений, которые отчасти кажутся нам сами по себе понятными, так мы с ними свыклись. Среди этих обобщений необходимо отметить следующие.

1) *Размножение всех организмов выражается геометрическими прогрессиями.* Можно выразить это в единой формуле:

$$2^{n\Delta} = N_n,$$

где N — число дней с начала размножения; Δ — показатель прогрессии, который для одноклеточных организмов, размножающихся делением, соответствует числу поколений в сутки; N_n — число неделимых, существующих благодаря размножению через n дней.

Характерным для каждого живого вещества является Δ .

В этой формуле никаких пределов, никаких ограничений ни для n , ни для Δ , ни для N не заключается.

Процесс мыслится бесконечным, как бесконечной является прогрессия.

2) Эта бесконечность возможности проявления размножения организма сказывается в *подчинении* этого проявления в биосфере, — т.е. *растекания живого вещества, — правилу инерции.* Может считаться эмпирически установленным, что процесс размножения задерживается в своем проявлении только внешними силами; он замирает при низкой температуре, прекращается или ослабляется при недостатке пищи или дыхания, при отсутствии места для обитания вновь создаваемых организмов. Уже в 1858 г. Ч. Дарвин и А. Уоллес высказали эту мысль в форме, которая была давно ясна натуралистам, вдумывавшимся в эти явления, например К. Линнею, гр. Ж.Л. Бюффону, А. фон Гумбольдту, К. Эренбергу, К.М. фон Бэру: если не будет внешних препятствий, всякий организм в разное, определенное для него время может размножением покрыть весь земной шар, произвести по объему потомство, равное массе океана или земной коры.

3) Тем размножения, сказывающийся в таком эффекте, идет для каждого организма с различной быстрой в тесной зависимости от размеров организма. *Мелкие организмы, т.е. организмы в то же время и более легкие, размножаются гораздо быстрее, чем большие организмы* (т.е. организмы в то же время большего веса).

33. В этих трех эмпирических положениях явления размножения организмов выражены вне времени и вне пространства или, вернее, в геометрических и механических бесформенных однородных времени и пространстве.

В действительности жизнь — в той форме, в какой мы ее изучаем, — есть чисто земное — планетное явление, не отделимое от биосферы, созданное и приспособившееся к ее условиям.

Перенесенная в отвлеченное время и в отвлеченное простран-

ство математики жизнь является фикцией, созданием нашего разума, отличным от реального явления.

Если мы хотим иметь точные, научные о ней представления, в наши положения о ее свойствах — в отвлеченные понятия времени и пространства — мы должны ввести поправки; эти поправки могут в корне, как мы видим в данном случае, изменить наши выводы, в которых свойства земных времени и пространства не были предусмотрены.

34. На Земле организмы живут в *ограниченном пространстве*, одинаковом по размерам для всех них. Они живут в пространстве определенного строения в газообразной или проникнутой газами жидкой среде. И хотя время нам представляется безграничным, но время какого-нибудь процесса в ограниченном пространстве, каким является размножение организмов, не может являться безграничным. Оно тоже будет иметь предел, различный для каждого организма, в зависимости от характера его процесса размножения.

Неизбежным следствием этого положения является ограничение всех величин, определяющих явления размножения организмов в биосфере. Должны существовать наибольшие числа неделимых, которые могут дать разные живые вещества. Эти числа N_{\max} должны быть конечны и характерны для каждого вида или расы. Скорости передачи жизни должны заключаться в точных и определенных пределах, которые не могут быть никогда превзойдены. Наконец, величины Δ геометрических прогрессий размножения тоже имеют определенные пределы.

Эти пределы устанавливаются двумя проявлениями планеты: 1) ее размерами и 2) физическим заполнением пространства, в котором течет жизнь, жидкостями и газами, — первым делом свойствами газов и характером газового обмена.

35. Остановимся на ограничении, вносимом размерами планеты. Влияние этих размеров мы видим на каждом шагу. Небольшие водоемы очень часто покрыты сплошь на своей поверхности плавающей на них зеленой растительностью. В наших широтах это очень часто зеленые ряски — разные виды Lemna. Поверхность воды представляет сплошной зеленый их покров без промежутков. Растеньица тесно сдвинуты, их зеленые пластинки заходят друг на друга; процесс размножения действует, но он замедлен внешним препятствием — прежде всего отсутствием места. Он проявляется только тогда, когда в зеленом покрове вследствие внешних разнообразных причин — гибели рясок или их уноса — образуются пустые промежутки водной поверхности. Они немедленно замещаются размножением. Очевидно, количество неделимых ряски, могущих поместиться на данной площади, определено и находится в зависимости от размеров и от условий их существования. Когда оно достигнуто, процесс размножения останавливается — задерживается внешним непреодолимым препятствием. В каждом пруду создается своеобразное динамическое равновесие, очень аналогичное тому, какое в нем наблюдается при испарении воды с его поверхности. Упругость паров воды и упругость жизни механически аналогичны.

Другой всем известный пример представляет в картине природы жизнь зеленой водоросли — разных видов *Protococcus*, обладающей гораздо большей геохимической энергией, чем ряска. Она покрывает в благоприятных условиях сплошь без промежутков (§ 50) стволы деревьев. Дальше ей идти некуда; ее процесс размножения задержан; он возобновляется вновь, как только открывается возможность помещения новых неделимых *Protococcus*'а. Количество неделимых этой водоросли, могущих поместиться на площади дерева, строго определено и не может быть превзойдено.

36. Эти соображения могут быть целиком перенесены на всю живую природу и на область, доступную ее обитанию, — на поверхность нашей планеты.

Наибольшее могущее существовать проявление силы размножения живого вещества определено размерами планеты и выражается в количестве неделимых, которые могут разместиться на площади, равной $5,10065 \cdot 10^8$ км². Это количество есть функция густоты скопления организмов, возможной для их жизни.

Эта густота очень различна; для ряски или одноклеточной водоросли протококка она определяется только их размерами — другие организмы требуют гораздо большей площади (или объема) для жизни. Слон требует в Индии до 30 км², овца в горных пастбищах Шотландии около 10⁵ м², средний улей пчел — не менее 10—15 км² (т.е. одна пчела — не менее $2 \cdot 10^{-4}$ км², т.е. 200 м²) среднего красного леса Украины, от 3000 до 15 000 неделимых планктона хорошо развиваются в 1000 см³ морской воды, 25—30 см² достаточно для обычных злаков, несколько (иногда десятков) квадратных метров для неделимых обычного нашего леса.

Очевидно, скорость передачи жизни зависит от возможной густоты хорошо живущей, не страдающей в своих проявлениях, совокупности неделимых, от *плотности* живого вещества.

Я не буду здесь останавливаться на очень еще мало изученной этой важной константе жизни в биосфере¹. Ясно, что наибольшая плотность сплошного покрова (типа ряски или протококка) или сплошного заполнения кубического сантиметра мельчайшей бактерией (§ 29) даст нам — если принять ее возможной для всех организмов — наибольшее допустимое для данного вида количество его неделимых в биосфере. Для получения этого числа необходимо принять плотность равной квадрату максимального измерения организма, т.е. его длины и ширины (коэффициент k_1)¹.

37. Ограничение размножения размерами планеты, неизбежная остановка процесса уже этим путем, помимо более глубокого влияния, оказываемого, как увидим, зеленой средой (§ 123), придает этому процессу очень своеобразные и важные черты.

Прежде всего, очевидно, *есть предельное, одинаковое для всех организмов, наибольшее расстояние, по которому может распростра-*

¹ См. мои статьи в Известиях Акад. Наук (Л. 1926, 272; 1927, 421; Rev. gen. sci. Paris. 1926, 661, 700).

няться передача жизни. Оно равно земному экватору, т.е. 40 075 721 м.

Во-вторых, для всякого вида или расы есть максимальное количество неделимых, которое не может быть никогда превзойдено. Это максимальное число получается при полном заполнении данным видом земной поверхности при максимальной возможной густоте его обитания. Это число, которое я буду дальше обозначать N_{\max} и называть *стационарным числом однородного живого вещества*, имеет большое значение для оценки геохимического влияния жизни. Оно отвечает максимально возможному проявлению энергии данного однородного живого вещества в биосфере, максимальной его геохимической работе; скорость его достижения, разная для каждого организма, выражается скоростью передачи жизни v .

Эта скорость v связана со стационарным числом следующей формулой [19]:

$$v = \frac{13963,3 \times \Delta}{\lg N_{\max}}$$

Очевидно, если скорость передачи жизни остается постоянной, Δ , характеризующая силу размножения (§ 32), должна уменьшаться, размножение организмов должно в данном объеме или на данной площади идти все медленнее и медленнее по мере того, как число созданных неделимых увеличивается, приближается к стационарному.

38. Мы видим это явление в окружающей нас природе. Оно давно было замечено старыми натуралистами и ярко подчеркнуто около 40 лет тому назад точным наблюдателем живой природы *К. Земпером* (1888) [20]. *Земпер* отметил, что в небольших водоемах — при всех равных условиях — размножение организмов уменьшается по мере увеличения в них количества неделимых. Стационарное число не достигается или достижение его замедляется по мере приближения к нему количества создаваемых организмов; существует какая-то причина, может быть не всегда внешняя (§ 43), регулирующая процесс. Опыты *Пирля* и его сотрудников [21] над мухой *Drosophila* и над курами (1911—1912) подтверждают это обобщение *Земпера* в другой среде.

39. Скорость передачи жизни может давать нам ясное понятие о геохимической энергии жизни разных организмов. Она колеблется в больших пределах и находится в тесной зависимости от размеров организма. Для самых мелких организмов, для бактерий, она, как мы видели, близка к скорости звука, т.е. к величине 33 100 см/с. Для самых крупных, для крупных млекопитающих она равна долям сантиметра — для индийского слона, например, $v = 0,09$ см/с.

Это крайние пределы. Между ними помещаются скорости передачи жизни для всех других организмов. Они находятся в явной зависимости от размеров организма и в более простых случаях (например, для организмов, форма которых приближается к шару), связь размеров организма с его скоростью v может быть уже сейчас математически выражена. Но существование определенной математической зависи-

мости всегда и везде в этой области несомненно и отвечает старинному прочному эмпирическому обобщению (§ 32).

40. Скорость передачи жизни дает ясное понятие об энергии жизни в биосфере, о ее в ней работе, но оно недостаточно для ее определения. Для этого мы должны принять во внимание массу того организма, энергия растекания совокупностей которого в биосфере определяется скоростью v .

Выражение $pv^2/2$, где p — средний вес организма¹, скорость растекания геохимической энергии которого равна v , дает нам выражение *кинетической геохимической энергии* живого вещества. Взятое по отношению к определенным площади или объему биосферы, оно может дать нам выражение той химической работы, которая в геохимических процессах этой площади или объема может быть произведена данным видом или расой организмов.

Уже давно мы имеем подходы к определению этим путем — по отношению к определенной площади биосферы — к гектару — части геохимической энергии живого вещества. Это делается при определении *урожаев* — количества с данной площади полезных человеку организмов или их продуктов.

В более полной форме оно выражается в количестве органического вещества, которое может быть создано размножением и ростом организмов на гектаре.

Хотя эти данные очень неполны и не охвачены теорией в достаточной степени, они привели уже к важным эмпирическим обобщениям.

Несомненно, количество создаваемого на гектаре органического вещества ограничено и теснейшим образом связано с той солнечной лучистой энергией, которую захватывает зеленое растение. Геохимическая энергия, собранная этим путем — размножением организмов на гектаре, есть измененная солнечная энергия.

Во-вторых, все более выясняется, что в случаях максимальных урожаев количества органического вещества с гектара почвы и с гектара океана суть числа одного порядка, приближаются к одной и той же величине. Гектар суши охватывает ничтожный слой, не превышающий метров, гектар океана отвечает слою воды, захваченной жизнью, измеряемому километрами. Тождественность создаваемой в них энергии жизни, очевидно, указывает на *освещение* сверху, как на ее источник.

Мы увидим, что, вероятно, это связано с характерным свойством почвы суши, скопляющей в себе концентрацию организмов, обладающих огромной геохимической энергией (§ 155). Благодаря этой концентрации энергии живого вещества, тонкий слой почвы по своему геохимическому эффекту может сравниться с огромной толщей моря, где центры жизни разжижены инертной массой воды.

¹ Выражение p для среднего веса организма вида (или среднего веса неделимого однородного живого вещества) может и должно быть логически заменено тем средним количеством атомов, которое соответствует неделимому виду. При настоящем положении наших знаний нас должен интересовать не вес атомов, а лишь их число, которое представляет реальное явление. К несчастью, оно может быть вычислено лишь в исключительных случаях, так как почти нет элементарных химических анализов организмов.

41. Кинетическая геохимическая энергия организма $pv^2/2$, взятая по отношению к гектару, т.е. к 10^8 см^2 , выражается следующей формулой, где $10^8/k$ — количество организмов на гектар при достижении ими стационарного числа (§ 37), а k — коэффициент плотности жизни (§ 36):

$$A_1 = \frac{pv^2}{2} \cdot \frac{10^8}{k} = \frac{pv^2 \cdot N_{\max}}{2 \cdot 5,10065 \cdot 10^{18}}.$$

Чрезвычайно характерно, что эта величина для Protozoa есть величина постоянная. Для них всех выражение A_1 принимает форму:

$$A_1 = \frac{pv^2}{2} \cdot \frac{10^8}{k} = a \cdot 3,51 \cdot 10^{12} \text{ C.G.S.},$$

где a — коэффициент, близкий к единице¹.

Из этой формулы ясно, что кинетическая геохимическая энергия Protozoa определяется скоростью v , связанной с весом и с размерами организма и с темпом размножения Δ . Отнесенное к Δv выражается следующей простой формулой [22]:

$$v = \frac{46383,93 \cdot \lg 2 \cdot \Delta}{18,70762 - \lg k},$$

в которой числовые, постоянные для всех видов организмов, коэффициенты связаны с размерами планеты (с площадью ее поверхности и с длиной ее экватора, причем все явление отнесено к сантиметрам и секундам)².

Из формулы скорости очевидно, что одни размеры планеты не могут объяснить действительно существующего предела для v и для Δ .

Наибольшая нам известная величина v равна 33 100 см/с, а наибольшая величина Δ около 63—64.

Могут ли они идти дальше (что, как это видно из приведенных формул, возможно и при постоянстве кинетической энергии на гектар) или есть в биосфере условие, этому препятствующее?

Такое условие есть, и им является газовый обмен организмов, неизбежный и необходимый для их существования и, в частности, для их размножения.

42. Организм не существует без газового обмена, без дыхания. Чем размножение идет быстрее, тем дыхание становится интенсивнее. По степени газового обмена мы всегда можем судить об интенсивности жизни.

В масштабе биосферы нам необходимо, конечно, иметь в виду не дыхание отдельного организма, а общий результат дыхания, необходи-

¹ Отвечает плохо известному удельному весу Protozoa.

² Выражение v существует для всех организмов, а не только для Protozoa. Формула A_1 для высших групп, для Metazoa и для Metaphyta, имеет иную, меньшую величину, что связано с явлениями дыхания и глубоким отличием их организации от организации простейших. Я не могу здесь входить в рассмотрение этих важных и сложных явлений.

мо учесть газовый обмен — дыхание всех живых организмов, обнять его, как часть механизма биосферы.

В этом отношении давно имеются эмпирические обобщения, очень мало до сих пор обращавшие на себя внимание и не учтенные нашей научной мыслью.

Одно из них указывает, что *газы биосферы те же, которые создаются при газовом обмене живых организмов*. В биосфере существуют только они одни: O_2 , N_2 , CO_2 , H_2O , H_2 , CH_4 , NH_3 ... Это не может быть случайностью.

Затем весь свободный *кислород биосферы* создается на земной поверхности *только благодаря газовому обмену зеленых организмов*. Этот свободный кислород есть главный источник свободной химической энергии биосферы.

И наконец, в-третьих, *количество этого свободного кислорода в биосфере, равное $1,5 \cdot 10^{21}$ г, есть число того же порядка, как и количество существующего и с ним неразрывно связанного живого вещества, исчисляемого в 10^{20} — 10^{21} г [23]*. Оба эти исчисления получены вполне независимо друг от друга.

Эта тесная связь газов Земли с жизнью указывает с несомненностью, что газовый обмен организмов — и на первом месте их дыхание — должны иметь первостепенное значение в газовом режиме биосферы, т.е. являться *планетным явлением*.

43. Этот газовый обмен — дыхание — определяет весь темп размножения; он ставит пределы для величин v и Δ .

Они не могут перейти через пределы, нарушающие свойства газов.

Я уже указывал (§ 29), что количество организмов, могущих существовать в одном кубическом сантиметре среды, должно быть меньше количества в нем газовых молекул, т.е. меньше $2,706 \cdot 10^{19}$ (число *Лошмидта*). Если величина v будет больше 33 100 см/с, то для организмов, размеры которых меньше размеров бактерий (т.е. размеров меньшего порядка, чем $n \cdot 10^{-5}$ см), количество неделимых, благодаря их размножению, превысит 10^{19} в 1 см³. Очевидно, при неизбежном существовании обмена между газовыми молекулами и организмами, количество поглощающих и выделяющих газовые молекулы организмов, соизмеримых с молекулами по своим размерам, должно было бы расти по мере уменьшения размеров организмов с все большей, в конце концов невероятной быстротой.

Мы приходим к физическому абсурду по нашим современным представлениям.

Если ограничение количества неделимых в кубическом сантиметре определяет наименьшие размеры организма и этим путем ставит максимальный предел для Δ и v , то неизбежное постоянное соотношение между количеством неделимых и газовых молекул в данном объеме — явления *объхания* — играют еще большую и постоянно проявляющуюся роль в явлениях размножения.

Дыхание, очевидно, регулирует весь этот процесс на земной поверхности, устанавливает взаимные соотношения между количеством организмов разной плодовитости, определяет — подобно температу-

ре — ту величину Δ , которой может достигать данный организм в действительности; оно же определяет максимальную Δ , отвечающую размерам организма. не допускает достижения стационарных чисел.

В мире организмов в биосфере идет жесточайшая борьба за существование — не только за пищу, но за нужный газ, и эта последняя борьба более основная, так как она нормирует размножение.

Дыханием определяется максимальная возможная геохимическая энергия жизни на гектар.

44. Результат этого газового обмена и определяемого им размножения организмов огромен даже в масштабе биосферы.

Ничего аналогичного — даже в отдаленной степени — не представляет косная ее материя.

Ибо благодаря размножению каждое живое вещество может создать новые любые количества живой материи. Вес биосферы нам не известен — но она составляет небольшую долю веса земной коры до 16 км мощностью (§ 77), вес которой равен $2,0 \cdot 10^{25}$ г. Равное весу коры количество вещества может быть силой размножения создано в ничтожное, не геологическое время — если только этому не препятствует внешняя среда.

Холерный вибрион и *bacterium coli* могут дать эту массу вещества в 1,60—1,75 суток. Зеленая диатомовая водоросль *Nitzschia putrida* — миксотрофный организм морской грязи, питающийся разлагающимися органическими веществами и в то же время захватывающий солнечный луч, — может дать $2,0 \cdot 10^{25}$ г вещества в 24,5 суток. Это один из наиболее быстро размножающихся зеленых организмов, может быть, в связи с тем, что часть органических веществ он получает в готовом виде. Один из наиболее медленно размножающихся организмов — слон — может дать то же количество вещества в 1300 лет. Но что значат года и столетия в геологическом, т.е. — планетном, времени!

Мы должны к тому же иметь в виду, что при дальнейшем ходе времени новые массы, равные той же величине $2 \cdot 10^{25}$ г, должны были бы получиться в несравненно более короткие сроки.

Эти числа дают нам понятие о тех силах, которые проявляются в явлениях размножения.

45. Конечно, в действительности ни один организм не дает таких количеств.

Однако перемещения таких масс в биосфере силой размножения — даже в течение одного года, отнюдь не являются фантастическими, и даже для действительности они малы.

Эти числа не ирреальны. Мы действительно наблюдаем проявления жизни, им отвечающие, в окружающей нас природе.

Едва ли можно сомневаться, что жизнь в течение года — путем размножения — создает количества неделимых — и отвечающие им массы вещества — порядка 10^{25} г [24], и, вероятно, в очень большое количество раз больше.

Так, в каждый момент в биосфере существует $n \cdot 10^{20}$ — $n \cdot 10^{21}$ г живого вещества. Это вещество вечно разрушается и создается главным образом не ростом, а размножением. Поколения создаются в промежутках от десятков минут до сотен лет. Ими обновляется

вещество, охваченное жизнью. То, которое находится в каждую минуту в наличности, составляет ничтожную долю созданного в году, так как колоссальные количества создаются и разрушаются даже в течение суток.

Перед нами динамическое равновесие. Оно поддерживается трудно охватываемым мыслью количеством вещества. Очевидно, что даже в сутки создаются и разрушаются смертью, рождением, метаболизмом, ростом колоссальные массы живого вещества. Кто может измерить количества вечно создающихся и вечно гибнущих неделимых? Это задача еще более трудного порядка, чем исчисление песчинок моря — задача Архимеда. Как исчислить живые песчинки, непрерывно меняющиеся в своем количестве с ходом времени?

Здесь одновременно скопляются и меняются бесчисленные неделимые в пространстве и во времени. Число их бывших и настоящих даже в течение одного человеческого короткого промежутка времени превышает количество песчинок морского песка, несомненно, неизмеримо более чем в 10^{25} раз!

ЗЕЛЕНЕЕ ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО

46. По сравнению с силой размножения, с геохимической энергией живого вещества, массы его, находящиеся в каждый момент в биосфере, являются небольшими — 10^{20} — 10^{21} г.

Эти массы генетически связаны в своем существовании с зеленым живым веществом, единственным способным захватывать лучистую энергию Солнца.

К сожалению, наши современные знания не позволяют учесть, какую часть всего живого вещества составляет зеленый мир растений. Можно пока дать лишь очень приблизительное понятие с количественной стороне явления.

Нельзя утверждать, что количественно по своей массе зеленое живое вещество преобладает на всей поверхности Земли — но, по-видимому, оно преобладает на *суше*. В океане обычно считается, что количественно — по массе — преобладает животная жизнь.

Если даже животная — гетеротрофная — жизнь преобладает в конце концов в массе всего живого вещества, — это преобладание не может быть очень велико.

Не разделяется ли живое вещество на две половины или почти на две половины по весу — на зеленое автотрофное и на его порождение — гетеротрофное? Ответить на этот вопрос мы не умеем.

Но во всяком случае несомненно, что уже одно зеленое живое вещество дает массы того же порядка — 10^{20} — 10^{21} г, какие отвечают *всему* живому веществу [25].

47. Строение этого зеленого трансформатора солнечной энергии на *суше* и в *море* резко различное. На *суше* преобладает *травяная* явнотрофная растительность; *древесная* составляет по весу значительную, может быть, близкую ей часть; зеленые водоросли и другие тайнотрофные, особенно протисты, отходят на задний план. В океане преобладают одноклеточные микроскопические зеленые организмы;

травы, как *Zostera*, и большие водоросли составляют по весу небольшую часть растительной жизни; они сосредоточены у берегов и в более мелких местах, куда проникает солнечный луч; их плавающие скопления — как скопления саргассов в Атлантическом океане — терются в общей безмерности морских пределов.

Зеленые метафиты преобладают на суше; из них наиболее быстро размножаются — обладают большей геохимической энергией — травы. Скорость передачи жизни древесной растительности, по-видимому, меньше. Зеленые протисты преобладают в океане.

Скорость ν для метафитов едва ли превышает сантиметры в секунду; для зеленых протистов она достигает тысяч сантиметров, т.е. превышает в сотни раз силу размножения метафитов.

Это явление резко характеризует различие жизни моря и суши. Хотя в море зеленая жизнь, может быть, и менее господствует, чем та же жизнь суши, — но общее количество зеленой жизни в океане, благодаря его преобладанию над сушей на нашей планете, по массе превышает растительность суши.

Зеленые протисты океана являются главными трансформаторами световой солнечной энергии в химическую энергию нашей планеты [26].

48. Можно выразить разный энергетический характер зеленой растительности суши и моря в точных числах и иначе.

Формула $2^{n\Delta} = N_n$ (§ 32) дает нам приращение организма в сутки (α) при размножении; беря один исходный организм, мы имеем для него (в первый день, когда $n = 1$)

$$2^{\Delta} - 1 = \alpha.$$

Откуда $2^{\Delta} = \alpha + 1$ и $2^{n\Delta} = (\alpha + 1)^n$.

Величина α есть постоянная для каждого вида; она определяет суточное приращение количества неделимых, сведенное к одному неделимому, т.е. указывает увеличение в каждые сутки одного неделимого.

Величина $(\alpha + 1)^n$, очевидно, определяет количество неделимых, создаваемое размножением в n -й день: $(\alpha + 1)^n = N_n$.

Значение этих чисел видно на следующем примере. По Ломану [27], среднее размножение планктона — учитывая его гибель и поедание — может быть выражено константой $\alpha + 1$, равной 1,2996. Та же постоянная для среднего урожая пшеницы во Франции равна 1,0130. Эти величины отвечают среднему идеальному суточному значению одного организма пшеницы и планктона после одних суток размножения. Отношение количеств неделимых планктона и пшеницы в первый день от начала размножения равно таким образом:

$$\frac{1,2996}{1,0130} = 1,2829 = \delta.$$

С каждым следующим днем это отношение будет расти согласно степени δ , т.е. будет в n -й день выражаться величиной δ^n .

Для 20-го дня величина δ равна 145,9, а для сотого дня количество неделимых планктона в $6,28 \cdot 10^{10}$ раз должно быть больше количества неделимых пшеницы. В годовой оборот, после которого временно за-

мирает развитие пшеницы, эта разница — δ^{365} — достигнет астрономической цифры $3,1 \cdot 10^{39}$. Конечно, при таком различии темпа размножения разница в весе взрослого травянистого растения суши, весящего сотни граммов, т.е. $n \cdot 10^2$ г, и микроскопического организма планктона, весящего немногие многомиллионные доли грамма ($n \cdot 10^{-6}$ — $n \cdot 10^{-10}$ г), исчезает.

Зеленое организованное вещество моря достигает этого результата благодаря скорости оборота своего вещества. Сила, в нем заложенная солнечным лучом, позволила бы ему создать в десятки дней, в 50—70 дней, а может быть и меньше, массу вещества, равную по весу земной коре (§ 44). То же предельное количество вещества могла бы дать травяная растительность суши в несколько лет — *Solanum nigrum*, например, в пять лет.

Необходимо иметь в виду, что эти числа не могут быть количественно сравниваемы для выражения роли в биосфере зеленой травяной растительности и зеленого планктона.

Для такого сравнения надо их брать в одинаковые промежутки времени от начала процесса, причем различие быстро увеличивается с ходом времени. В то время, как *Solanum nigrum* в 5 лет дал бы 2×10^{25} г вещества, зеленый планктон должен был бы дать в этот промежуток времени количества, которые трудно выразить понятными нам числами. В следующий, значительно меньший, промежуток времени создания того же количества вещества травяной растительностью зеленый планктон дал бы еще большие, еще менее вообразимые числа.

49. Эта разница между зеленым живым веществом суши и моря не является случайностью. Она производится солнечным лучом, связана с различным его отношением к жидкой прозрачной воде и к твердой непрозрачной земле. Быстро размножающийся, т.е. обладающий несравнимо большей энергией в биосфере, мир планктона характеризует не только океаническую жизнь — он характерен для всякой водной жизни по сравнению с жизнью суши.

Величина δ^n может давать понятие о различной энергии сравниваемых живых веществ, но геохимически их энергия проявляется еще в массе, в весе создаваемых неделимых. Масса создаваемого живого вещества определяется произведением количества его неделимых на средний их вес, p , т.е.

$$M = p(1 + \alpha)^n.$$

Только в случае, когда мелкие организмы могут реально дать в биосфере большую массу вещества, они будут, согласно общим принципам энергетики, поставлены в ней в более выгодное положение, чем организмы крупные.

Ибо всякая система достигает устойчивого равновесия, когда ее свободная энергия равняется нулю или к нему приближается, становится наименьшей возможной в данных условиях, — т.е. когда вся возможная в условиях системы работа произведена. Мы увидим, что все процессы биосферы — и вообще земной коры — и их общий облик обуславливаются условиями равновесия механических систем, к которым они могут быть сведены.

Одну из таких систем представляет солнечный луч — (солнечная радиация) в сочетании с живым зеленым веществом биосферы. Эта система будет в биосфере в устойчивом равновесии, когда солнечный луч совершит в ней максимальную работу, создаст наибольшую возможную массу зеленых организмов.

На суше солнечный луч не может глубоко проникать в ее вещество; он всюду встречает непрозрачные для него тела, и слой создаваемого им зеленого живого вещества очень тонок.

Крупные растения — травы и деревья — в таких условиях имеют все преимущества для своего развития перед зелеными протистами.

Они достигают создания большего количества живого вещества, чем протисты, хотя и производят его в большее количество времени. Но эта их работа по условиям среды суши возможна. Одноклеточные организмы достигают через короткое уже время возможного для них предела развития — стационарного состояния (§ 37), и в системе "солнечный луч—суша" являются неустойчивой формой, так как травяная и древесная растительность суши, несмотря на меньший запас энергии своего механизма, может в этих условиях производить большую работу, дать большее количество живого вещества.

50. Мы на каждом шагу видим отражение этого явления. Ранней весной, когда жизнь пробуждается в наших степях, степи покрываются в короткое время тонким слоем одноклеточных водорослей, главным образом быстро растущими большими ностоками. Этот зеленый покров быстро исчезает, сменяется медленно растущей, обладающей меньшей геохимической энергией, травяной растительностью, так как благодаря свойствам непрозрачного твердого вещества суши — трава, а не стоящий впереди нее по геохимической энергии носток является неизбежно в конце концов господствующей. Кора деревьев — камни и почва — покрывается всюду чрезвычайно быстро растущими протококками. Во влажные дни они в немного часов дают из всящей много-миллионные доли грамма клетки — дециграммы или граммы вещества. Дальше их развитие не идет даже в самых благоприятных условиях, в странах влажного климата. Так, в платановых рощах Голландии стволы деревьев покрыты постоянным сплошным покровом протококков, находящихся в неизменном равновесии, ибо рост их дальше не идет — из-за непроницаемости для света несущего их тела. Совсем в ином положении находятся их водные родичи, свободно развивающиеся в прозрачной среде сотни метров мощностью.

Наши травы и наши деревья суши создали всю свою форму, как увидим, выдвинувшись в прозрачную воздушную среду. Во всем их облике, во всем бесконечном разнообразии их форм мы видим то же самое стремление дать максимум работы, получить максимальную величину живого веса.

Они нашли для этого новый путь, захватывая новую среду жизни — тропосферу.

51. В океане, в воде, условия совершенно другие. Здесь солнечный луч проникает на сотни метров и с помощью своей большей, чем для зеленых трав и деревьев, геохимической энергии, зеленая одноклеточная водоросль имеет возможность создать в один и тот же промежу-

ток времени количества живого вещества несравненно большие, чем может дать их в это время зеленое вещество суши.

Здесь использование энергии солнечного луча — необычайное, и здесь устойчивой формой жизни является мельчайший зеленый организм, а не крупное растение. И в связи с этим — благодаря тем же причинам — здесь наблюдается исключительное обилие животной жизни, быстро поедающей зеленый планктон и позволяющей ему этим путем превращать в живое вещество все большее и большее количество лучистой солнечной энергии.

52. Так мы видим, что солнечный луч — носитель космической энергии — не только возбуждает механизм ее превращения в химическую земную, но и создает самую форму трансформаторов, которая является нам в виде живой природы. Космическая сила придает ей разный вид на суше и в воде, и она же меняет ее структуры, т.е. определяет количественные соотношения, существующие между разными автотрофными и гетеротрофными организмами. Всюду эти явления, подчиненные законам равновесия, неизбежно должны выражаться числами, которые нам едва начинают становиться известными.

Эта космическая сила вызывает *давление жизни*, которое достигается размножением (§ 27). В нем мы в действительности видим передачу солнечной силы на земной поверхности.

Это давление мы, в сущности, постоянно чувствуем в нашей культурной жизни. Человек, меняя девственный облик природы, освобождая некоторые места поверхности суши от зеленой растительности, должен всюду давлению жизни противопоставлять усилие, трагично тратить энергию, ему равную, нести труд. Как только человек перестал бы тратить на это силы и средства — сейчас бы все его лишённые зеленой растительности сооружения скрылись бы в массе зеленых организмов. И сейчас всюду, где можно, они захватывают отнятую от них человеком площадь.

Это давление сказывается *во всюдность жизни*. Области, совсем и всегда ее лишённые, нам неизвестны; на самых твердых скалах, в снежных и ледяных полях, в пустынных песчаных и щебневых областях мы всегда встречаемся с проявлением жизни. Механически сносятся туда неподвижные растительные организмы, постоянно зачинается и прекращается микроскопическая жизнь, заходят, живут и останавливаются в них самостоятельно передвигающиеся животные.

Иногда в этих областях мы имеем даже сгущения жизни, богатые ее области — но это не зеленый мир трансформаторов. Птицы, звери, насекомые, паукообразные, бактерии... изредка зеленые протисты составляют население этих кажущихся нам безжизненными областей.

По отношению к зеленому миру растений они действительно являются *азойными*. Наряду с ними в этом отношении должны быть поставлены временные прекращения зеленой жизни в областях наших широт, в снежных покровах, в зимнем замирании фотосинтеза.

Такие явления существовали на нашей планете во все геологические эпохи. Они всегда имели ограниченные пределы. Всегда их пытались, но не могла, захватить жизнь, приспособиться к существованию в их условиях.

Каждое не занятое жизнью место в живой природе независимо от причин его возникновения с течением времени обязательно заполняется. Часто совсем новая флора и фауна заселяют такие лишенные жизни водоемы или еще не заселенные вновь появившиеся участки суши.

При новых условиях в течение геологических периодов развиваются ранее неизвестные виды и подвиды организмов.

Интересно и важно, что в новой структуре этих организмов можно узнать структуру и особенности их предков, но в преобразованном виде, как это необходимо для новых специфических условий новой среды (Л. Кэно) [28]. Это морфологическое изменение является ни чем иным, как проявлением той же геохимической энергии, которая вызывает *давление жизни* и сказывается *во всюдность жизни*.

В любой момент существования планеты области азойные или области со скудной растительностью имеют ограниченное распространение, но они все же существуют, и на суше они заметнее, чем в гидросфере.

Едва ли это случайно — но мы не знаем, чем вызвано это ограничение проявления энергии жизни, наблюдаемое только на суше: соотношению ли между земными силами, противодействующими жизни, и силой солнечного луча или неизвестными нам свойствами излучений?

53. Приспособление зеленых растений к улавливанию космической энергии проявляется не только в их размножении. Фотосинтез идет, главным образом, в мельчайших микроскопических пластидах, более мелких, чем клетки, в которых они находятся. Мириады этих зеленых телец рассеяны в растениях и они в своей массе дают нам впечатлительные зеленые цвета.

Вспатриваясь в любой зеленый организм, можно ясно видеть — в мелочах и в крупном — приспособляемость его для улавливания *всех* доступных ему солнечных световых излучений. Площадь зеленых листьев каждого отдельного растительного организма является максимальной, и их распределение в пространстве направлено к тому, чтобы ни один луч света не миновал захватывающего его микроскопического аппарата превращения энергии. Луч, падая на Землю, всюду встречает ловящий его организм. Механизм этот подвижен, и совершенство его превышает механизмы, созданные нашей волей и нашим разумом.

Этим определяется строение окружающей нас растительности. Листовая площадь лесов и лугов превышает в десятки раз площадь насаждений, луговые травы наших широт — в 22—38 раз, поле белой люцерны — в 85,5 раза, буквый лес — 7,5 раза и т.д. В этих исчислениях не принимается во внимание посторонний органический мир, повсюду заполняющий получаемые при росте крупных растений пустые промежутки. В наших лесах замещают деревья зеленая травяная растительность почвы, мхи и лишайники, подымающиеся по стволам, зеленые водоросли влажных областей, их покрывающие, быстро зарождающиеся при сколько-нибудь благоприятных условиях тепла и влажности. В покрывающих большую часть суши культурных полях человек

достигает с величайшим трудом и огромной затратой энергии, и очень редко, чистоты посева; в них всюду пробиваются посторонние зеленые травы.

До появления человека в девственной природе это строение было выражено особенно резко, и мы можем еще всюду научно наблюдать его остатки. В свободных участках "девственной степи", участками сохранившихся на юге России, можно было видеть установившееся из века природное равновесие, которое вновь в них возродилось бы в одно—два столетия, если бы исчезло действие воли и разума человека. Такую степь ковыля тырсы (*Stipa capillata*) И.К. Пачосский описывал (1903) [29] для Херсонщины: "Это было впечатление моря; никакой растительности по пояс и выше взрослому человеку, кроме тырсы, видно не было; совокупность целинной растительности часто почти сплошь покрывала поверхность Земли, затеняя ее и тем способствуя сохранению влаги у самой поверхности. Это позволяет между пучками листьев и даже под их прикрытием произрастать лишайникам и мхам, которые бывают зелеными даже в середине лета..."

Ту же картину сплошного зеленого покрова дают для первобытных травянистых степей Южной Америки — саванн старые наблюдатели, например Ф. Азара (1781—1801) [30]. Он писал, что растительный покров там такой густой, что земля виднеется только на дорогах, у ручьев или в береговых обрывах. Эти "девственные", насыщенные зеленым веществом, степи, сохранились урывками. Их заменили зеленые поля человека.

В наших широтах зеленые травы существуют периодически; их жизнь тесно связана с астрономическим явлением — с вращением Земли вокруг Солнца.

54. Всюду в других проявлениях растительной жизни мы наблюдаем ту же картину насыщенности земной поверхности зеленым покровом. Лесные заросли тропиков и субтропических стран, тайга умеренных и северных широт, саванны, тундра — все они, поскольку они не тронуты человеком, являются разным выражением бессменного или периодически повторяющегося зеленого сплошного покрова планеты. Нарушение вносится человеком — но нельзя утверждать, что он уменьшает, а не только перераспределяет зеленый земной трансформатор энергии.

Всюду и сейчас растительные сообщества и формы отдельных растений приурочены к тому, чтобы многократно перехватить солнечный луч, не дать ему миновать микроскопических хлорофилльных пластид. Нет сомнения, что в общем всюду за исключением постоянно или временно лишенных жизни азойных областей, луч света не может попасть на земную поверхность, не пройдя через слой живого вещества, *в сотню раз, должно быть, превышающий ту площадь, которую бы он освещал в безжизненной среде косного вещества.*

55. Суша составляет меньшую — 29,2% часть лика Земли. Главная часть занята морем. И в нем сосредоточена главная масса зеленого живого вещества [31]; оно является главным трансформатором световой лучистой солнечной энергии в земную химическую.

Зеленый цвет сосредоточенного в море живого вещества обычно

не виден; это вещество распылено на мириады микроскопических, всюду проникающих зеленых одноклеточных водорослей. Они свободно плавают, иногда сгущаясь, иногда разжижаясь, на всей безбрежной, исчисляемой миллионами квадратных километров, поверхности океана. Они проникают всюду, куда проникает солнечный луч, до глубины в 400 м, заносятся течениями, спускаются ниже, но главные массы их сосредоточены на глубинах 20—50 м. Они поднимаются и опускаются, находясь в вечном движении. Их размножение меняется в зависимости от температурных и других условий, возрастает или уменьшается в зависимости от обращения планеты вокруг Солнца.

Едва ли можно сомневаться, что и здесь используется целиком все световое лучеиспускание Солнца. Совершенно правильно смещают друг друга по мере углубления зеленые, синие, бурые, красные водоросли; красные багрянки используют последние остатки не поглощенного водою солнечного света — голубую его часть. Как показал В. Энгельман [32], все эти разноцветные водоросли приспособлены к максимальному фотосинтезу в условиях находящихся в области их нахождения световых излучений.

Такая смена организмов с глубиной наблюдается везде в гидросфере. Местами — у берегов или у мелей или в таких своеобразных образованиях, как Саргассово море Атлантического океана, связанных с геологической историей местности, — невидимый глазом планктон сменяется огромными и плавучими полями или лесами водорослей (иногда гигантских) и трав, много более могучими лабораториями химической энергии, чем самые большие лесные массивы суши.

Но площадь, ими занятая, невелика — порядка, для всех их, немногих процентов от общей площади чистого планктона.

56. В конце концов на нашей планете поверхность ее покрывается временами зеленым сплошным покровом. Всегда лишенные зеленой растительности места, бедные жизнью, или азойные — безжизненные пространства, едва ли составляют 5—6% земной поверхности. Если даже мы примем их во внимание, то и в таком случае слой зеленого вещества, покрывающий нашу планету, занимает, по-видимому, всегда площадь не только много превышающую ее поверхность, но находящуюся в соотношении с космическими явлениями — с Солнцем.

Несомненно, в среднем даже на суше площадь зеленого слоя, захватывающего солнечные лучи, превышает в максимальном его проявлении более чем в 100 раз ее поверхность, покрытую растительностью. В мощном верхнем слое мирового океана — в четыреста и более метров — зеленая поверхность той же толщины (примерно в толщину листа растения или зеленого слоя наземных зеленых протистов) превышает, несомненно, эту величину во много раз. В конце концов на пути солнечного луча получается сплошная поверхность микроскопических хлорофилльных трансформаторов его энергии, превышающая поверхность самой большой планеты солнечной системы — Юпитера или к ней близкая. Поверхность Земли равна $5,1 \cdot 10^8$ км², поверхность Юпитера — $6,3 \cdot 10^{10}$ км²; принимая, что 5% поверхности нашей планеты лишено зеленой растительности и что захватывающая солнечный луч площадь ее увеличивается размножением зеленой растительности от

100 до 500 раз, зеленая площадь в максимальном ее гравлении будет соответственно $5,1 \cdot 10^{10}$ — $2,55 \cdot 10^{11}$ км².

Едва ли может быть сомнение, что эти числа не случайны, и что указанный механизм находится в теснейшей связи с космическим строением биосферы. Он должен находиться в связи с характером и с количеством солнечного лучеиспускания.

Поверхность Земли составляет несколько меньше 0,0001 поверхности Солнца ($8,6 \cdot 10^{-5}$, т.е. 0,0086%). Зеленая площадь ее трансформационного аппарата дает уже числа иного порядка — она составляет 0,86—4,2% площади Солнца.

57. Невольно бросается в глаза, что порядок этих чисел отвечает порядку той части солнечной энергии, которая улавливается в биосфере живым зеленым веществом.

В связи с этим можно исходить из этого совпадения в исканиях объяснения зеленения Земли.

Захватываемая организмами солнечная энергия составляет небольшую часть той, которая достигает поверхности Земли, получающей в свою очередь от Солнца только ничтожную долю всего его излучения. Из всей солнечной энергии, равной $4 \cdot 10^{30}$ больших кал/год, Земля, по *С. Аррениусу*, получает $1,66 \cdot 10^{21}$ больших кал/год [33].

Только эта космическая энергия и может быть принимаема во внимание при современной точности наших знаний в этой области. Едва ли радиация всех звезд, достигающих земной поверхности, много превышает $3,1 \cdot 10^{-5}\%$ солнечной, как это было уже установлено *И. Ньютоном*. Принимая во внимание лучеиспускание и всех планет, и Луны — значительная часть которого отраженная солнечная — количество энергии, этим путем получаемое Землей, не достигнет и 0,01% всей энергии, получаемой земной поверхностью от Солнца.

Значительная часть этой энергии захватывается верхней земной оболочкой — атмосферой, и только 40% — $6,7 \cdot 10^{20}$ кал достигает земной поверхности и находится, таким образом, в распоряжении зеленой растительности [34].

Из этой энергии главная часть идет на тепловые процессы земной коры и связана с тепловым режимом океана и атмосферы. Несомненно, значительная ее часть захватывается в этом режиме и живым веществом и нами не учитывается в балансе химической работы жизни. Но само собой разумеется, что в *создании жизни* в биосфере она играет огромную роль. Но она не проявляется непосредственно в *создании новых химических соединений*, которые одни лишь дают мерку химической работы жизни.

На химическую работу, на создание нестойких в термодинамическом поле биосферы (§ 89) органических соединений, зеленая растительность использует только некоторые определенные излучения в пределах приблизительно 670—735 мμ (*Danggeard, Desroche, 1910—1911*) [35], хотя солнечный свет действует в фотосинтезе зеленых растений и другими своими излучениями, правда с меньшей интенсивностью, на всем огромном остальном протяжении спектра, по крайней мере, от 300 до 770 мμ.

В связи с этим, а не в связи с несовершенством аппарата транс-

формации, зеленое растение использует лишь небольшую часть солнечной радиации, его достигающей. По Ж. Буссенго, зеленое, культурное поле может захватить 1% солнечной падающей энергии, превращая ее в органическое горючее вещество. С. Аррениус думает, что в интенсивной культуре эта величина может быть поднята до 2%. По Т. Броуну и Р. Эскомбу [36], она для зеленого листа достигает — по непосредственным наблюдениям — 0,72%. Лесная площадь едва ли использует 0,33% — исходя в вычислениях из древесины.

58. Эти числа, несомненно, являются минимальными, а не максимальными.

В исчислении Ж. Буссенго даже с поправкой С. Аррениуса принята во внимание растительность суши, притом при предположении, что культурой мы действительно увеличиваем плодородие почвы, а не создаем благоприятные условия для определенного культурного растения, погашая жизнь других, нам ненужных. Эти исчисления неизбежно не принимают во внимание жизни зеленой "сорной" и микроскопической растительности, пользующейся благоприятными условиями удобрения и обработки. Помимо полей, и на суше мы имеем богатые жизнью зеленые сгущения — болота, влажные леса и влажные луга, превышающие по количеству жизни насаждения человека (§ 150 и сл.).

По-видимому, в среднем количество зеленой растительности на единицу площади моря (гектар), где сосредоточена главная ее зеленая масса, дает числа того же порядка, как для единицы суши. Большое годовое количество создаваемого в море живого вещества объясняется более быстрым темпом его размножения (§ 49). Растительное вещество столь же быстро поглощается животным миром, как оно создается размножением. Этим путем в планктоне и в бентосе океана создаются такие скопления животной бесхлорофилльной жизни, которые лишь изредка наблюдаются — если наблюдаются — на суше.

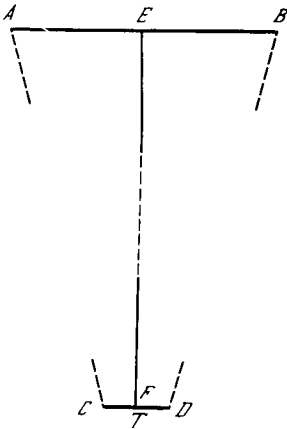
Но как бы ни пришлось увеличить минимальное число Аррениуса, можно и сейчас принять, что порядок явления им указан верно.

Зеленое вещество усваивает немногие проценты достигающей его солнечной лучевой энергии, по-видимому, *больше двух ее* процентов.

Эти 2 и больше процентов вполне попадают в пределы 0,8—4,2% солнечной поверхности, которой отвечает зеленая трансформационная площадь биосферы (§ 56). До растения достигает 40% всей солнечной энергии, охватывающей нашу планету (§ 57). 2%, используемых растением, отвечает 0,8% всей доходящей до Земли солнечной энергии.

59. Можно понять это совпадение только при наличии в механизме биосферы аппарата, использующего *нацело, до конца*, определенную часть солнечной энергии. Трансформационная зеленая площадь Земли, созданная энергией солнечной радиации, будет отвечать в таком случае той ее части, количеству тех определенной длины волны лучей, в ней находящихся, которые способны производить на Земле химическую работу.

Мы можем светящуюся поверхность быстро вращающегося Солнца, непрерывно освещающего Землю, принять за некоторую светящуюся площадь размера АВ (см. рисунок). Из этой площади непрерывно,



из каждой ее точки, падают на поверхность Земли световые колебания, только $m\%$ которых — определенной длины волны лучей — могут с помощью зеленого живого вещества переходить в действенную химическую энергию биосферы. Поверхность быстро и непрерывно вращающейся Земли может быть также заменена равною ей по величине освещаемой площадью. При огромных размерах диаметра Солнца, по сравнению с диаметром Земли, и большим расстоянием от него Земли, эта площадь, очевидно, на рисунке выразится точкой T . Она будет как бы фокусом лучей, исходящих из светящегося Солнца AB . Зеленый трансформационный аппарат биосферы состоит из тончайшего слоя мельчайших

пылинок — хлорофилльных пластид. Их действие пропорционально их поверхности, так как чрезвычайно быстро слой хлорофилльного вещества становится непрозрачным для химических лучей, им превращаемых. Очевидно, заменив и здесь поверхность освещаемых пластид их площадью, максимальная трансформация зелеными растениями солнечной энергии будет происходить тогда, когда на Земле будет существовать приемник света, площадь которого равна $m\%$ светящейся площади Солнца или больше ее. В таком случае все нужные для Земли лучи будут захвачены хлорофилльным аппаратом.

На рисунке CD обозначает диаметр той окружности, которая отвечает 2% солнечной светящейся площади¹.

Весь чертеж отнесен к диаметрам кругов, площади которых отвечают светящейся поверхности Солнца (AB) и принимающей свет поверхности Земли (T и CD).

Вероятно, между радиацией Солнца, ее характером (процент лучей m), площадью зеленой растительности (и азойными промежутками?) есть числовые соотношения, нам теперь неизвестные.

Космический характер биосферы должен глубоко сказываться и в ее дальнейшем, с этим связанном строении.

60. Живое вещество часть получаемой им лучистой энергии держит непрерывно в своем веществе, в живых организмах. Это неличина,

¹ На рисунке поверхности сведены к площадям; за единицу принят радиус площади, равной поверхности Солнца. Эти радиусы следующие:

Радиус площади, равной поверхности	Солнца	$r = 1,3889 \cdot 10^6$ км = 1
То же для Земли		$r_1 = 1,2741 \cdot 10^4$ " = 0,00918
" "	2% поверхности Солнца	$r_2 = 1,9650 \cdot 10^3$ " = 0,14148
" "	0,8% "	$r_3 = 1,2425 \cdot 10^3$ " = 0,08947

Выраженное в том же масштабе среднее расстояние Земли от Солнца будет равно $215 = 1,4950 \cdot 10^8$ км.

отвечающая количеству организмов. Все указывает нам, как мы это увидим, что количество жизни на земной поверхности не только мало меняется в короткие промежутки времени, но почти неизменно или неизменно¹ и в геологические периоды, начиная с археозоя. Тесная зависимость количества жизни от лучистой энергии Солнца делает это эмпирическое обобщение особенно важным, так как оно связывает ее с такой величиной, как солнечное лучеиспускание, неизменность которого в геологическое время — за время существования солнечной системы в ее современном виде — едва ли может возбуждать серьезные сомнения. Тесная зависимость основной части жизни — зеленого живого вещества — от солнечных лучеиспусканий определенной длины волны и открывающийся нам механизм биосферы, связанный с полным их использованием зеленой растительностью, дает еще новое указание на постоянство количества живого вещества в биосфере [37].

61. Количество энергии, ежесекундно находящейся в форме живого вещества, может быть учтено. По исчислениям *С. Аррениуса* зеленая растительность в форме своих горючих соединений заключает 0,024% всей солнечной энергии, достигающей биосферы, т.е. $1,6 \cdot 10^{17}$ больших калорий.

Это огромное — планетное — число; оно мне кажется, однако, очень преуменьшено. В другом месте² я пытался выяснить, что число *Аррениуса* должно быть увеличено по крайней мере в 10 раз, а может быть, еще больше. Вероятно, больше 0,25% солнечной энергии, получаемой Землей, находится все время в запасе — в живом веществе, в форме соединений, находящихся в особом термодинамическом поле, отличном от термодинамического поля косной материи биосферы.

Несмотря на огромные количества вещества, постоянно во время жизни проходящего через организмы, большие количества, например, создаваемого ими свободного кислорода (около $1,5 \times 10^{21}$ г), энергетический годовой эффект жизни выражается в меньших числах, чем создаваемые ею, постоянно восстанавливающиеся размножением и постоянно умирающие существа. Там, как указывалось (§ 45), в течение года передвигаются массы элементов, во много раз превышающие вес земной коры до 16 км мощностью, многократные числа порядка 10^{25} г.

Насколько мы можем сейчас его учесть, энергетический привнос живого вещества в биосферу в течение года не так уже много превосходит ту энергию, которую живое вещество держит в своем термодинамическом поле сотни миллионов лет. Она сохраняет в себе — в форме горючих своих соединений — не менее 1×10^{18} больших калорий и она использует в год на связанную с их новым созданием и восстановлением истраченную работу не менее 2% падающей на поверхность Земли и океана энергии, т.е. не менее $1,5 \times 10^{19}$ больших калорий. Если это число и будет при дальнейшем изучении увеличено, едва ли порядок — 10^{19} калорий изменится.

¹ Т.е., как во всех равновесиях, колеблется около статического состояния.

² *Vernadsky. La géochimie. P., 1924. P. 308.*

Так как количество живого вещества остается неизменным в течение всего геологического времени, связанная с его горючей частью энергия может считаться всегда присущей жизни. В таком случае $n \cdot 10^{19}$ больших калорий в год выразит энергию, ежегодно передающуюся жизнью в биосферу.

НЕСКОЛЬКО ЗАМЕЧАНИЙ О ЖИВОМ ВЕЩЕСТВЕ В МЕХАНИЗМЕ БИОСФЕРЫ

62. Зеленое живое вещество, несмотря на все его значение, не охватывает всех основных проявлений жизни в биосфере.

Химия биосферы вся проникнута явлениями жизни, захваченной ею космической энергией и не может быть понята, даже в своих основных чертах, без выяснения места живого вещества в механизме биосферы, причем она только отчасти связана с зеленым растительным миром.

Механизм этот известен нам в далеко недостаточной степени, но уже теперь можно указать некоторые его правильности, которые мы должны рассматривать, как эмпирические обобщения.

В будущем картина явления, несомненно, изменится для нас в чрезвычайной степени, но уже и теперь мы должны на каждом шагу считаться с ее хотя бы несовершенными образами.

Я вкратце остановлюсь здесь на некоторых из них, кажущихся мне наиболее основными.

В истории химического состава живого вещества давно замечена особенность, регулирующая всю его геохимическую историю в биосфере, которая была отмечена глубоким русским натуралистом *К. М. фон Бэр*. Он выразил это для углерода, позже то же было отмечено для азота и может быть целиком перенесено на всю геохимическую историю элементов. Это *закон бережливости* в использовании живым веществом простых химических тел, раз вошедших в его состав.

Бережливость в использовании живым веществом необходимых для жизни химических элементов проявляется различным образом. С одной стороны, она наблюдается в пределах самого организма. Раз вошедший в него элемент проходит в нем длинный ряд состояний, входит в ряд соединений, прежде чем он выйдет из него и будет для него потерян. Организм вместе с тем вводит в свою систему только необходимые количества элементов для своей жизни, избегая их излишка.

Но это одна сторона явления, на которую обратил внимание *К. М. фон Бэр* и которая, очевидно, связана с автономностью организма и с свойственными ему системами равновесия, достигающими устойчивого состояния, обладающего наименьшей свободной энергией.

Еще резче выражена эта особенность геохимической истории организмов в их живом веществе, в их совокупности. В неисчислимых биологических явлениях наблюдается проявление здесь закона бережливости. Атомы, вошедшие в какую-нибудь форму живого вещества, захваченные единичным жизненным вихрем, с трудом возвращаются, а может быть, и не возвращаются назад, в косную материю биосферы. Организмы, поедающие других, паразиты и организмы симбиозов,

сапрофиты, немедленно вновь переводящие в живую форму материи только что выделенные остатки жизни, в действительности сами в значительной части всегда живые, пропитанные ее микроскопическими формами, новые поколения, получаемые размножением — все эти разнородные, неисчислимые механизмы улавливают атомы в изменяющейся среде, удерживают их в жизненных вихрях, переводя их из одного в другой.

И это имеет место на протяжении всего круга жизни, сотни миллионов лет. Несомненно, часть атомов неизменного покрова жизни, энергия которого все время держится на уровне порядка 10^{18} больших калорий, никогда не выходит из жизненного круговорота. В образном выражении *К. М. фон Бэра* — жизнь *бережлива* в своих тратах захваченного вещества, с трудом и неохотой отдает его назад. *Нормально* она его назад надолго или совсем не выпускает.

63. Благодаря "закону бережливости", можно говорить об атомах, остающихся в пределах живой материи в течение геологических периодов, все время находящихся в движении и в миграциях, но не выходящих назад в косную материю.

Это эмпирическое обобщение — в связи с той совершенно неожиданной и своеобразной картиной, какую оно нам рисует, — невольно заставляет углубиться в те следствия, которые из него могут быть сделаны, заставляет искать его объяснения.

Сейчас можно это делать только гипотетически. И прежде всего это обобщение выдвигает перед нами вопрос, раньше в науке не ставившийся, но подымавшийся в разной форме в философских и теологических спекуляциях. Являются ли атомы, так удержанные живым веществом, теми же, какие мы видим в косной материи? Или же мы имеем среди них иные изотопы, особые их смеси? Это может решить только опыт, который стал этим путем на очередь дня.

64. Одним из важнейших проявлений жизни, имеющих огромное значение в биосфере (§ 42), является газовый обмен организмов с окружающей их газовой средой. Часть этого газового обмена была правильно понята еще *А. Лазуазье* — как *горение*. Этим путем атомы углерода, водорода и кислорода постоянно в огромном числе выходят из жизненных вихрей и в него входят.

Очень возможно, что такое горение в организме не касается основного субстрата жизни — протоплазмы. Возможно, что при жизни организма атомы углерода, уходящие в виде углекислоты в атмосферу или в воду, происходят от стороннего в него входящего вещества — пищи, а не от вещества, строящего углеродистый остов организма.

В таком случае только в протоплазматической основе жизни и ее образованиях будут собираться удержанные в живой материи не выходящие из нее атомы.

Является необходимым сейчас пересмотреть представление о характере обмена (движения атомов) внутри организма, об устойчивости протоплазмы — воззрения, выдвинутого еще *Кл. Бернаром* и не раз подымавшегося в науке.

Может быть, существует связь между этими идеями *К. Бернара*, между обобщениями *К. М. Бэра* относительно бережливости жизни и ус-

тановленным геохимией фактом постоянства количества живого вещества в биосфере.

Возможно, что все эти идеи относятся к одному и тому же явлению, а именно к неизменности массы протоплазматических образований в биосфере в течение геологических периодов.

65. Это вопросы, на которые мы пока не имеем ответов. Но одна их постановка очевидно меняет наше понимание окружающего.

Изучение явлений жизни в масштабе биосферы дает нам и более определенные указания на теснейшую связь между ней и между биосферой, указывает, что явления жизни должны быть рассматриваемы, как части механизма биосферы, и что те функции, какие живое вещество исполняет в этом сложном, но вполне законообразном механизме — в биосфере, — основным глубочайшим образом отражаются на характере и на строении живых существ.

Среди этих явлений на первом месте должен быть поставлен газовый обмен организмов — их дыхание. Едва ли может быть сомнение в его тесной связи с газовым обменом планеты, одну из важнейших, если не важнейшую часть которого он составляет.

В 1840-х годах, в замечательной лекции в Париже, Ж. Дюма и Ж. Буссенго [38] указали, что живое вещество может быть рассматриваемо как придаток атмосферы. Оно в своей жизни строит из газов атмосферы — кислорода, углекислоты, воды, соединений азота и серы — тело организмов, переводит эти газы в горючие тела — жидкие и твердые, собирает в виде них космическую энергию Солнца. После своей смерти и во время процесса жизни, при газовом обмене, оно отдает назад в атмосферу те же газообразные части.

Несомненно это представление отвечает действительности. Генетическая связь жизни с газами биосферы чрезвычайно велика. Она даже глубже, чем это с первого взгляда кажется. Газы биосферы всегда генетически связаны с живым веществом, и земная атмосфера им определяется в своем основном химическом составе.

Я уже указывал на это явление, когда говорил о значении газового обмена в создании и определении размножения организмов, т.е. проявления их геохимической энергии (§ 42).

Все количество газов, таких, как свободный кислород и углекислота, которые находятся в атмосфере, состоит в динамическом равновесии, в вечном обмене с живым веществом.

Потерянные живым веществом газы немедленно в него возвращаются, и их вход и выход из организма нередко совершается почти мгновенно. Газовый ток биосферы теснейшим образом связан таким образом с фотосинтезом, с космическим источником энергии.

66. Все же возвращается сейчас же назад, в живое вещество, после его разрушения лишь большая часть атомов, в нем бывших. Меньшая их часть — ничтожный их весовой процент — выходит на долгое время из жизненного процесса.

Этот небольшой процент вещества не является случайностью. Он, по-видимому, постояен и неизменен для каждого элемента.

Он возвращается назад в живое вещество иным путем тысячелетия, миллионы лет спустя. В это промежуточное время выделив-

шеся из живой материи вещество играет огромную роль в истории биосферы и даже земной коры вообще, так как значительная часть этих атомов выходит на долгое время *из пределов биосферы...*

Мы имеем здесь дело с новым процессом — с *медленным проникновением внутрь планеты лучистой энергии Солнца, достигшей его поверхности.*

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 него вадозных минералов или пронизывая тончайшей пылью своих остатков косную материю биосферы. Оно, с другой стороны, своей космической энергией нарушает формы тех фреатических и ювенильных соединений, которые образовались помимо непосредственного его влияния (§ 140 сл.).

Вся земная кора целиком, на всю доступную нашему наблюдению глубину, изменена этим путем. Все глубже и глубже, в течение геологического времени, этим воздействием живого вещества проникает внутрь планеты измененная лучистая космическая энергия. Вадозные минералы, изменяясь в фреатические формы молекулярных систем, являются орудием этого переноса.

Косное вещество биосферы есть в значительной мере создание жизни, и в этом отношении были более по существу правы в своем представлении о ее геологическом значении натуралисты-философы начала XIX века — *Л. Окен, Х. Стеффенс, Ж. Ламарк,* — чем геологи позднейших поколений.

Характерно, что такое влияние на все вещество биосферы — особенно создание толщ надозных минералов — связано с деятельностью водных организмов. Постоянно идущее перемещение водных вместилищ в геологическое время распространяет получаемые этим скопления свободной химической энергии космического происхождения на всю планету.

По-видимому, все эти явления имеют характер установившихся равновесий и участвующие в них массы вещества также мало меняются, как мало меняется распределяющая их, достигающая нашей Земли энергия Солнца.

67. В конце концов в наружной оболочке — в биосфере — значительная масса ее вещества захватывается и собирается в живых организмах, является измененной под влиянием космической энергии Солнца. Вес биосферы должен быть порядка 10^{24} г. Но само активное живое вещество, носитель солнечной энергии, составляет в среднем не более 1% веса этой наружной земной оболочки, — вероятно, даже доли процента. Тем не менее местами оно господствует над косной материей и в тонком слое, например в почве, может составлять значительно больше 25% по весу.

Итак, появление и образование на нашей планете живой материи есть явным образом явление космического характера, и это чрезвычайно ярко проявляется в отсутствии *абиогенеза*, т.е. в том, что в течение всей геологической истории живой организм происходит из живого же организма, все организмы генетически связаны, и нигде

мы не видим, чтобы солнечный луч мог захватываться и солнечная энергия превращаться в химическую вне ранее существовавшего живого организма.

Как мог образоваться этот своеобразный механизм земной коры, каким является охваченное жизнью вещество биосферы, непрерывно действующий в течение сотен миллионов лет геологического времени, — мы не знаем. Это является загадкой, так же как загадкой в общей схеме наших знаний является и сама жизнь.

Очерк второй

ОБЛАСТЬ ЖИЗНИ

...В лучах огневицы развил он свой мир,
Земля зеленела, светился эфир...

ТЮТЧЕВ, 1831

БИОСФЕРА — ЗЕМНАЯ ОБОЛОЧКА

68. Значение живого в строении земной коры медленно вошло в сознание ученых и еще до сих пор обычно не оценивается во всем его объеме.

Только в 1875 г. один из крупнейших геологов прошлого века, профессор Венского университета Э. Зюсс [39], ввел в науку представление о биосфере, как об особой оболочке земной коры, охваченной жизнью. Он закончил этим медленно проникавшее в научное сознание представление о всюдности жизни и о непрерывности ее проявления на земной поверхности.

Введя новое понятие об особой земной оболочке, которая обусловлена жизнью, Э. Зюсс высказал в действительности новое очень большое эмпирическое обобщение, всех последствий которого он не предвидел. Это обобщение только теперь начинает выясняться, благодаря новым научным достижениям, в его время неизвестным.

69. Биосфера составляет верхнюю оболочку, или геосферу, одной из больших концентрических областей нашей планеты — земной коры.

Физические и химические свойства нашей планеты меняются закономерно в зависимости от их удаленности от центра. В концентрических отрезках они идентичны, что может быть установлено исследованием.

Можно различить две формы в этой структуре: с одной стороны, большие концентрические области планеты — концентры, с другой — более дробные подразделения, называемые земными оболочками, или геосферами¹.

По-видимому, вещество этих областей отделено друг от друга и если переходит из одной области в другую, то этот переход совершается чрезвычайно медленно или временами и не является фактом ее текущей истории.

Каждая область представляет, по-видимому, замкнутую, независимую от другой механическую систему.

Земля сотни миллионов лет, если не миллиарды их, находится, в общем, в одних и тех же термодинамических условиях. Неизбежно думать, что в ней за это время установились устойчивые неизменные равновесия вещества и энергии, там где не было внешнего (для механических систем ее составляющих) притока действительной энергии.

¹Слово "геосфера" употребляется многими геологами и географами в указанном смысле. Кажется, Д. Мёррей впервые (1910) [40] ввел это выражение. Он опирается на идеи Э. Зюсса.

Надо думать, что в замкнутых областях Земли мы имеем механические системы тем более совершенного равновесия, чем меньше к ним приток сторонней энергии.

Таких областей по крайней мере три: 1) ядро планеты, 2) промежуточный слой, называемый иногда "сима" (по Зюссу) и 3) земная кора.

70. *Ядро земного шара* имеет совершенно иной химический состав, чем та земная кора, в которой мы находимся. Возможно, что вещество ядра находится в особом газообразном состоянии (закритического газа), но наши представления о физическом состоянии вещества глубоких частей планет, находящихся под давлением во многие десятки, если не сотни, тысяч атмосфер, очень гадательны. Допустимо нахождение этих тяжелых элементов или их простых соединений в ядре планеты и в твердом или вязком состоянии и в газообразном; мыслима для них и высокая температура — в тысячи градусов, и низкая температура, близкая к температуре космического пространства. Обычно законность этого последнего допущения оставляется без внимания, вследствие чего оценка пределов нашего незнания искажается.

Иной и необычный для земной коры химический состав ядра следует из большого удельного веса планеты (5,7) по сравнению с удельным весом верхних оболочек земной коры (2,7). Ядро не может иметь удельный вес меньше 8, а может быть даже 10 и больше¹. Думают — и это возможно, — что оно состоит из металлического железа и его металлических соединений.

Несомненно, что на глубине около 2900 км от уровня океана наблюдается сильное изменение в механических свойствах вещества планеты. Этот факт, прочно установленный изучением землетрясений, кажется, не подлежит сомнению.

Такое изменение свойств вещества часто объясняют гипотезой, что сейсмические волны на такой глубине входят в другую область. Эта глубина отвечала бы тогда поверхности металлического ядра.

Однако возможно предположить для этой границы и менее значительные глубины — 1200 или 1600 км, соответствующие другим скачкам, наблюдающимся в ходе сейсмических волн.

71. Новые данные в этой области будут получены гораздо скорее, чем это еще недавно считали возможным. Если сравнить результаты петрогенных исследований с результатами сейсмических наблюдений, то можно заметить, что породы, содержащие силикаты и алюмосиликаты, занимают значительно большее место в структуре планеты, чем это думали раньше. Главным образом это видно из замечательных наблюдений хорватских ученых — *А. и С. Мохоровичичей*, отца и сына [42]. Они в последнее время привлекали внимание к этому факту, и их работы являются несомненным достижением в сравнении с изысканиями их предшественников².

¹ По *А. Зибергу* (1923) [41], основывающемуся на представлениях *Э. Вихерта*, удельный вес ядра 9,1.

² Текст §§ 71—83, 103, 117, 121, 135, 147, 149, 150, 156—160, а также табл. I приводятся по французскому изданию: *W. Vernadsky. La Biosphère. Librairie Félix Alcan, Paris, 1929.* — *Прим. ред.*

72. Теперь можно определить некоторые существенные особенности второй концентрической области Земли, названной Э. Зюссом *симой*, которая, как ему казалось, характеризуется преобладанием атомов Si, Mg и O.

Эта область прежде всего отличается своей мощностью; она занимает многие сотни километров, может быть превышает тысячу километров. Затем для этой области характерно, что в ней пять химических элементов — Si, Mg, O, Fe и Al — играют очень важную роль. Увеличение количества более тяжелого элемента — железа, по-видимому, связано с глубиной.

Возможно, что породы, аналогичные основным породам земной коры, третьей области, также играют большую роль в строении области симы. Механические свойства этих пород напоминают эколгиты, по мнению некоторых ученых — геологов и геофизиков [43].

73. Верхнюю границу области симы представляет *земная кора*, средняя мощность которой — немного меньше 60 км — довольно точно установлена разными наблюдениями, независимыми одни от других: с одной стороны, путем изучения землетрясений, с другой стороны, путем измерения силы тяжести.

Изостатическая поверхность отделяет область симы от земной коры. Она показывает замечательную особенность области симы, в корне отличающую ее от области земной коры. Материя симы во всех концентрических слоях, которые в ней различаются, является гомогенной.

Физические и химические свойства симы концентрически меняются в зависимости от расстояния изучаемых точек от центра планеты. Что касается материи земной коры, то она в пределах одного и того же концентрического слоя на одинаковом расстоянии от центра планеты является различной.

При этих условиях не может быть сколько-нибудь значительного обмена между веществом симы и веществом земной коры.

74. Эти данные заставляют нас прежде всего оставить в стороне всякого рода представления о симе как об области планеты, богатой свободной энергией.

Энергия ее по отношению к изучаемым нами явлениям может быть только *потенциальной*, проявление которой никогда не достигало и не достигает земной поверхности. Оно не достигало ее в течение всего геологического времени — сотен миллионов лет. Мы можем принимать это положение как эмпирическое обобщение, подтверждаемое всей логической силой геологических наблюдений.

Другими словами, нет никаких данных, которые указывали бы, что сима не находится в состоянии химической индифферентности, полного и неизменного в течение всего геологического времени устойчивого равновесия.

На возможность такого ее и ядра состояния указывает, во-первых, то, что мы не знаем в изученных слоях земной коры ни одного научно установленного случая притока вещества из глубоких частей планеты, лежащих за пределами земной коры, и, во-вторых, то, что нет ни одного на ней явления, в котором бы проявлялась предполагае-

мая в симе свободная энергия, например возможная ее высшая температура. Проникающая из глубин на земную поверхность свободная энергия — теплота — связана не с симой, а с атомной энергией радиоактивных химических элементов, по-видимому, сосредоточенных главным образом в земной коре, в верхних слоях планеты, в условиях, позволяющих проявление их энергии в форме, способной производить работу [44].

75. Среди тех явлений, какие мы наблюдаем на земной поверхности, распределение силы тяготения дает нам возможность проникнуть внутрь планеты глубже, чем все другие, за исключением землетрясений.

Основным для него фактом является то, что оно связано с очень своеобразным и определенным строением верхней части нашей планеты. Распределение тяжести указывает на то, что большие участки коры разного удельного веса (от 1 для воды до 3,3 — для основных пород) все сосредоточены только в верхней части планеты; они размещаются на ней так, что в вертикальном разрезе легкие участки компенсируются более тяжелыми и на некоторой глубине — на *изостатической поверхности* — устанавливается полное равновесие; ниже ее слои планеты оказываются на всем протяжении каждого слоя одного и того же удельного веса.

Логическим выводом отсюда является то, что *ниже* изостатической поверхности отсутствует возможность механических нарушений и химических различий в слоях одинаковой глубины: должно существовать полное равновесие вещества и энергии.

Изостатическую поверхность ввиду этого удобно принять за нижнюю границу земной коры и за верхнюю границу симы. Она определяет очень важное свойство планеты: отделяет *область изменений* от области неизменных устойчивых равновесий.

Мы видели в первом очерке, что лик планеты — биосфера, верхняя оболочка этой области изменений, получает энергию, вызывающую в ней изменения, из космической среды, от Солнца. Мы знаем и еще увидим, что в ней есть приспособления, которые передают эту действительную солнечную энергию в глубь биосферы.

Но в земной коре есть и другой источник свободной энергии — радиоактивная материя, производящая еще более мощные нарушения ее устойчивых равновесий.

Достигают ли радиоактивные атомы симы, мы не знаем, но кажется несомненным, что количество радиоактивных веществ не может быть в ней того же порядка, как в земной коре, так как иначе тепловые свойства планеты были бы совершенно иными; по-видимому, радиоактивные вещества — источники свободной энергии нашей планеты — не идут в симу или быстро в ней сходят на нет [45].

76. Наши представления о физическом состоянии области симы очень неполны.

Температура этой области, по-видимому, не очень высока, и необычайное состояние, присущее ее материи, вызвано в первую очередь действием большого давления. Механические особенности этой материи, идущей до глубины по меньшей мере 2000 км, резко отличны от

всех привычных нам состояний, но во многом аналогичны твердому состоянию (С. Мохоровичич, 1921) [46]. Давление на этих глубинах так велико, что оно превосходит наше воображение и разбивает наши построенные на опытных данных представления о трех состояниях вещества: твердом, жидком и газообразном. Уже у верхней границы симы, где давление достигает 20 тыс. атм перестает существовать какое бы то ни было различие между твердым, жидким и газообразным состоянием в их обычных характерных параметрах, как это следует из опытов П. В. Бриджмэна (P. W. Bridgman, 1925) [47].

Конечно, такая материя не может иметь кристаллическое строение. Возможно, что она имеет стекловатую структуру или структуру металла под большим давлением; это наиболее удовлетворительные представления, которые могут быть в ней даны.

Слой этой области вполне однородны, гомогенны, и по мере увеличения давления они с глубиной все больше изменяются.

77. Глубина изостатической поверхности точно не известна. Вначале ей придавали глубину в 110—120 км. Более новые исчисления дают меньшие цифры, в 60 и 90 км.

По-видимому, уровень ее в разных местах весьма различен и форма ее неизменно медленно меняется под влиянием источников свободной энергии, находящихся в земной коре, того, что мы называем геологическими изменениями.

Выше изостатической поверхности лежит та область планеты, которая была названа *земной корой* в связи с давними в геологии гипотезами, указывающими, что на геологически изучаемой земной поверхности мы сталкиваемся со следами и остатками *коры застывания* когда-то жидкой планеты. Это было связано с научными космогоническими гипотезами о прошлом Земли, наиболее глубоким выражением которых явилась гипотеза П. Лапласа, получившая широкое распространение в ученой среде, одно время переоценившей ее научную ценность. Однако мало-помалу выяснилось, что нигде в доступных нам слоях мы не встречаем следов такой первичной коры застывания, что геологически нигде не сказывается гипотетическое огненно-жидкое прошлое нашей планеты. Гипотезы о первичном огненно-жидком состоянии планеты таким образом исчезли. Но исторически вошедший в науку термин "земная кора" сохранился, получив иной смысл.

78. В этой *земной коре* мы различаем ряд *оболочек*, концентрически в ней распределенных, хотя поверхности их разграничения в общем не являются шаровыми.

Каждая концентрическая оболочка характеризуется своими, в значительной степени независимыми и замкнутыми системами динамических равновесий — физическими и химическими. Разграничение отдельных оболочек иногда затруднительно, по-видимому, в связи с крупными проблемами наших знаний.

Более точно можем мы это делать для верхних частей твердой фазы планеты и для нижних, газообразных. На глубину 16—20 км от земной поверхности, на высоту 10—20 км от нее к нам доходят или доходили химические соединения. Изучение геологического строения Земли свидетельствует о том, что не дальше указанных глубин образовались

самые глубокие известные нам массивные породы. Мощность в 16 км отвечает толще осадочных и метаморфических пород. Можно думать, что химический состав верхних 16—20 км обусловлен теми же геологическими процессами, какие мы сейчас изучаем. Этот состав нам в общих чертах точно известен.

За этими пределами наши знания становятся значительно менее точными не только оттого, что мы не можем сейчас точно установить вещество, к нам оттуда доходящее, но и потому, что *состояния вещества* в этих пределах высоких и низких давлений нам, несматра на большие успехи опытных наук, во многом неясны. Но, несомненно, здесь мы стоим на прочной почве — развитие наших знаний идет медленно, но неуклонно. И, очевидно, наши старые представления о земной коре подвергаются коренному пересмотру, который только что начинается.

79. С этой точки зрения необходимо отметить некоторые важные для понимания строения земной коры вырисовывающиеся явления.

Во-первых, в высоких слоях газовой оболочки планеты вещество находится в состоянии, резко отличном от того, какое мы привыкли видеть вокруг нас. Может быть, мы имеем здесь дело (выше 80—100 км) с *областью планеты, отличной от земной коры*. Здесь, в разреженной материальной среде, в форме электронов и ионов сосредоточены огромные запасы свободной энергии, значение которой в истории планеты нам неясно.

Затем представляется сейчас почти несомненным, что сплошное огненно-жидкое состояние внутренних слоев планеты, проявлением которого считали выливающиеся на земную поверхность вулканические породы, не существует. Необходимо допустить существование больших или малых участков магмы, т.е. переполненного газами вязкого жидкого горячего (600—1000°) силикатного расплава среди преобладающей *твердой* или *полутвердой вязкой* горячей оболочки. Ничто не указывает, чтобы очаги магмы проникали всю земную кору и чтобы температура всей коры была столь же высока, как температура этих горячих, богатых газами расплавов.

80. Хотя структура глубинной части земной коры таит еще много загадок, все же успехи науки в этой области за последние годы привели к замечательным достижениям.

Земная кора, по-видимому, состоит из кислых и основных пород, которые мы наблюдаем и на поверхности. Кислые породы, граниты и гранодиориты расположены под континентами, толщина их достигает порядка 15 км, иногда немного меньше. Основные породы господствуют на глубинах.

Под гидросферой они приближаются к земной поверхности. Эти породы беднее свободной энергией, радиоактивными химическими элементами.

Нужно принять существование по меньшей мере трех оболочек ниже земной поверхности. Одна из них, верхняя оболочка, отвечает кислым породам (гранитная оболочка). Она кончается на глубине 9—15 км ниже поверхности и относительно богата радиоактивными элементами.

Около 34 км ниже поверхности в свойствах материи обнаруживается новое большое изменение (*Х. Жеффрейс, С. Мохоровичич*) [48], которое

показывает, вероятно, нижнюю границу существования кристаллического состояния вещества. Это вместе с тем верхняя граница стекловатой оболочки Р. Дели (1923) [49]. Глубже лежат основные породы, частично кислые породы в состоянии, аналогичном стеклу, в котором они нам не знакомы.

Второе сильное изменение замечается на глубине в среднем около 60 км от земной поверхности; оно, вероятно, является результатом появления тяжелых пород, влияние которых сказывается на сейсмических явлениях; это, может быть, эклогиты¹, плотность которых не меньше 3,3—3,4.

Здесь мы входим в область симы; удельный вес пород все увеличивается и достигает на ее границе 4,3—4,4 (Л. Адамс и Е. Вильямсон, 1925) [50]. Эти краткие замечания дают лишь очень общее впечатление о сложности явления [51].

81. Выяснение существования земных оболочек шло эмпирическим путем в течение долгого времени. Некоторые из них, например атмосфера, установлены столетия назад, и их существование вошло в обиход текущей жизни.

Но лишь в конце XIX — в начале XX столетия были уловлены основания их выделения, и до сих пор понимание их значения в строении земной коры не вошло в общее научное сознание.

Их выделение тесно связано с химией земной коры, и их существование является следствием того, что *все* химические процессы земной коры подчиняются одним и тем же механическим законам равновесия.

Благодаря этому в чрезвычайной сложности химической структуры земной коры все же всюду проявляются и бросаются в глаза общие черты, позволяющие различать в сложных природных явлениях — эмпирическим путем — основные их состояния и классифицировать те сложные системы динамических равновесий, которым в таком упрощенном представлении отвечают земные оболочки.

Законы равновесий в общей математической форме были выявлены Ж. Гиббсом (1884—1887), который свел их к соотношениям, могущим существовать между характеризующими химические или физические процессы независимыми переменными, каковыми являются температура, давление, физическое состояние и химический состав принимающих участие в процессах тел.

Все установленные чисто эмпирическим путем земные оболочки (геосферы) могут быть характеризованы некоторыми переменными, которые входят в равновесия, изучавшиеся Гиббсом.

Таким образом, можно различить термодинамические оболочки, определяемые величинами температуры и давления, фазовые оболочки, характеризующиеся физическим состоянием (твердым, жидким и т.д.) входящих в их состав тел, и, наконец, химические оболочки, отличающиеся своим химическим составом.

¹ Конечно, судя по структуре этих образований, которая, по-видимому, не кристаллическая, это не эклогиты петрографов; они только отвечают эклогитам по их удельному весу. Эклогиты верхних частей земной коры отвечают самым глубоким частям земной коры, которые могут быть исследованы *de visu*.

В стороне осталась только оболочка, выделенная Э. Зюссом, — биосфера. Несомненно, все ее реакции подчиняются законам равновесий, но они заключают новый признак, новое независимое переменное, не принятый во внимание Ж. Гиббсом.

82. Обычно принимаемые во внимание независимые переменные неоднородных равновесий, изучаемых в наших химических лабораториях, — температура, давление, состояние и состав вещества, — не охватывают всех их форм. Гиббс математически изучал уже электродинамические равновесия. Огромное значение имеют в природных земных равновесиях разнообразные поверхностные силы. Большое внимание обратили на себя в химии явления и фотосинтеза, где независимой переменной является лучистая световая энергия. В явлениях кристаллизации мы учитываем векториальные кристаллические энергии: внутреннюю, например в двойниках, и поверхностную — во всех кристаллах.

Вводя в физико-химические процессы земной коры световую солнечную энергию, живые организмы, однако, по существу и резко отличаются от остальных независимых переменных биосферы. Подобно им, живые организмы меняют ход ее равновесий, но в отличие от них представляют особые автономные образования, как бы особые вторичные системы динамических равновесий, в первичном термодинамическом поле биосферы.

Автономность живых организмов является выражением того факта, что термодинамическое поле, им свойственное, обладает совершенно иными параметрами, чем те, которые наблюдаются в биосфере. В связи с этим организмы — многие очень резко — удерживают свою температуру в среде другой температуры, имеют свое внутреннее давление. Они обособлены в биосфере, и ее термодинамическое поле имеет для них значение только в том смысле, что определяет область существования этих автономных систем, но не внутреннее их поле.

С химической точки зрения, их автономность резко сказывается в том, что химические соединения, в них образующиеся, обычно не могут получиться вне их в обычных условиях косной среды биосферы. Попадая в условия этой среды, они неизбежно оказываются неустойчивыми, в ней разлагаются, переходят в новые тела и этим путем являются в ней разрушителями ее равновесия, источником свободной в ней энергии.

Они получают в живом веществе нередко в условиях, резко отличных от тех, которые мы наблюдаем в биосфере. В последней, например, никогда не может идти и никогда не наблюдается разложение молекул углекислоты и воды — один из основных биохимических процессов. На нашей планете он может идти только в глубоких областях магмосферы, вне биосферы. В наших лабораториях мы его можем производить только при высоких, не существующих в биосфере температурах. Ясно, что термодинамическое поле живого вещества резко отличается от термодинамического поля биосферы, как бы мы это отличие ни объясняли. Эмпирически живые организмы могут быть описываемы как особые, чуждые биосфере, в ней отграниченные термодинамические поля ничтожных по сравнению с ней размеров, несущие

энергию солнечного луча и им в ней создаваемые. Их размеры колеблются в пределах от $n \cdot 10^{-15}$ до $n \cdot 10^{-12}$ см³.

Как бы мы ни объясняли их существование и их образование в биосфере, несомненным фактом является изменение всех химических равновесий в биосфере в их присутствии, причем общие законы равновесий не нарушаются и живые существа, взятые в совокупности (т.е. живое вещество, им отвечающее) могут быть рассматриваемы как особая форма независимых переменных энергетического поля планеты.

83. Это влияние живых существ теснейшим образом связано с их питанием, дыханием, с их разрушением и умиранием, т.е. с теми процессами жизни, при которых химические элементы в них входят и из них выходят.

Эмпирически несомненно, что химические элементы, вступая в живой организм, попадают в такую среду, аналогичной которой они не находят нигде в другом месте на нашей планете.

Мы выражаем это явление, говоря, что, вступая в организмы, химические элементы попадают в новую форму *нахождения*.

Вся их история в этой форме нахождения чрезвычайно резко отличается от их истории в других частях нашей планеты. Ясно, что это отличие связано с глубоким изменением атомных систем в живом веществе. Есть веские основания думать, что в нем химические элементы не дают смесей изотопов. Это должен решить опыт.

Одно время — многие и до сих пор — приводили в связь особенность истории химических элементов в живом веществе с огромным преобладанием в нем дисперсного состояния *соединений* элементов, их *коллоидальных систем*, но такие же коллоидальные системы наблюдаются и в других случаях в биосфере и явно не связаны с живыми организмами. По нашим современным представлениям, дисперсные системы (коллоиды) всегда связаны с *молекулами*, но не с атомами. Одного этого факта уже достаточно, чтобы искать объяснения различных форм нахождения химических элементов не в коллоидальном состоянии, так как формы нахождения как раз характеризуются состоянием атомов.

84. Понятие *формы нахождения химических элементов* было введено мною (1921)[52] как эмпирическое обобщение. Под этим понятием я подразумеваю такие особые участки термодинамических полей нахождения атомов, в которых наблюдаются резко различные их проявления, сводимые, по нашим современным представлениям, к различным особым комплексам атомов, иным для каждой из форм их нахождения. Очевидно, что форм нахождения химических элементов может быть очень много и что далеко не все из них могут наблюдаться в термодинамических полях нашей планеты.

Так, несомненно, атомы звездных систем должны наблюдаться в особых состояниях, невозможных на Земле, и мы видим, что им придают такие особые состояния, например, для объяснения их спектров (ионизированные атомы по *M. Cara*) [53] или для полученных наблюдением огромных масс некоторых звезд. Для объяснения этих последних необходимо допустить сосредоточение в их кубическом сантимет-

ре тысяч и даже десятков тысяч граммов вещества (*А. Эддингтон*)¹ [54]. Эти звездные состояния атомов очевидно представляют формы их нахождения, отсутствующие в земной коре. Другие у нас отсутствующие формы их нахождения могут и должны наблюдаться на Солнце, в солнечной короне (газ из электронов), в туманностях, кометах, в земном ядре...

85. Мы выделяем живые вещества, как особые формы находений атомов чисто эмпирически, не имея пока возможности точно представить себе, какие изменения испытывают вступающие в них атомы (§ 83).

Однако полное соответствие этой формы нахождения атомов в земной коре с другими, несомненно особыми, их в ней находениями заставляет думать, что дальнейшие исследования выявят те изменения, какие воспринимает атомные системы, входя в живое вещество.

Различные формы нахождения атомов в земной коре выделяются эмпирически. Они отличаются одновременно: 1) характерным для каждой формы особым термодинамическим полем, 2) особым атомным проявлением, 3) резко отличной геохимической историей элемента и 4) определенным, часто свойственным только данной форме отношением атомов разных элементов друг к другу (их парагенезисом).

86. В земной коре можно отличить четыре разных формы нахождения химических элементов, через которые они проходят в течение хода времени и которые определяют их историю.

Эти четыре формы суть следующие: 1) *горные породы и минералы*, где преобладают стойкие и неподвижные молекулы и кристаллы комбинаций элементов, 2) *магмы* — вязкие смеси газов и жидкостей, — находящиеся в состоянии подвижной смеси диссоциационных атомных систем, в которой *отсутствуют и кристаллы, и молекулы нашей химии*, 3) *рассеяния* элементов, когда отдельные элементы находятся в свободном состоянии, отделенными друг от друга. Очень возможно, что элементы при этом являются в некоторых случаях *ионизированными* или потерявшими часть своих электронов³. Это особое состояние атомов, отвечающее лучистой материи *М. Фарадея* и *У. Крукса*, и, наконец, 4) *живое вещество*, состояние атомов в котором неясно; мы обычно представляем себе эти атомы в состоянии молекул, диссоциационных систем ионов, рассеянных находений. Такие представления кажутся мне явно эмпирически недостаточными. Очень вероятно, что в живом организме помимо изотопов (§ 83) играет известную, не принимаемую нами во внимание, роль симметрия атомов (симметрия атомных полей).

¹ Так для звезды Сириуса В плотность материи должна быть равна 53000. Можно думать, что, принимая динамические представления *Н. Бора—Резерфорда* (как известно, эти модели являются лишь приближением к реальности), орбиты электронов будут лежать ближе к ядру, чем это имеет место для обычных атомов (*Ф. Тирринг*, 1925) [55]. Наблюдаемое смещение красной части спектра Сириуса В подтверждает эту огромную плотность: вычисленные для тел такой плотности на базе теории относительности смещения спектральных линий отвечают наблюдаемым (*W. Adams*, 1925) [56].

² Одну из форм магм, а может быть самостоятельную форму нахождения элементов, представляют стекла высокой температуры и высокого давления (§ 80).

³ Может быть, эти два состояния элементов представляют разные формы нахождения.

87. *Формы нахождения атомов* (элементов) играют в неоднородных равновесиях ту же самую роль, как и другие независимые переменные — температура, давление, химический состав, физические состояния вещества (фазы).

Подобно им они характеризуют меняющиеся с глубиной концентрические оболочки земной коры.

К указанным в § 81 термодинамическим, фазовым и химическим оболочкам мы должны прибавить, благодаря этому, особые оболочки по форме нахождения химических элементов. Можно назвать их *парагенетическими оболочками*, так как в широких чертах они, главным образом, определяют парагенезис элементов, т.е. законы их совместного нахождения.

Биосфера и является одной из таких парагенетических оболочек, наиболее нам доступной и известной.

88. Представление о строении земной коры из определенных термодинамических, химических, фазовых и парагенетических оболочек является одним из типичных *эмпирических обобщений*.

Оно сейчас не "имеет объяснения", т.е. не связано ни с одной теорией образования Земли и ни с какими моделями наших представлений о мире.

Из всего ранее сказанного несомненным, однако, представляется, что такое строение является результатом взаимодействия космических сил, с одной стороны, вещества и энергии нашей планеты, с другой, причем и характер вещества — количественные соотношения элементов, например, — не являются случайным явлением и не связаны только с геологическими причинами.

Это эмпирическое обобщение — схематически представленное в таблице — мы положим в основу всего нашего дальнейшего рассмотрения.

Эта таблица, как всякое эмпирическое обобщение, должна была бы рассматриваться, как первое приближение к изложению реальности, подлежащее дальнейшим изменениям и дополнениям. Ее значение тем больше, чем больше тот фактический эмпирический материал, на котором она строится.

В этом отношении значение ее очень неравномерно.

Для значительной части первой — верхней — термодинамической оболочки (и отвечающим ей связанным с другими независимыми переменными оболочками), а также для пятой термодинамической и ниже — наши знания основаны на очень малом числе фактов и связаны с нарушающими эмпирическое обобщение конъюнктурами и экстраполяциями.

Поэтому в этой области явлений наши знания очень ненадежны и быстро меняются с ходом научного развития. Мы можем здесь ждать, в связи с ростом физических наук в ближайшие годы, больших новых достижений и изменений господствующих воззрений.

Точная граница между оболочками не может быть в большинстве случаев указана. Все указывает, что поверхности, разделяющие оболочки, меняются с ходом времени; иногда эти изменения идут быстро.

Земные оболочки [58]

I. Термодинамические оболочки	II. Фазовые оболочки	III. Химические оболочки	IV. Парагенетические оболочки	V. Лучистые оболочки
<p>1. <i>Верхняя оболочка</i> Область ничтожного давления и низкой температуры — 15—600 км (может быть выше 100 км, другая область планеты)</p> <p>2. <i>Поверхностная оболочка</i> Давление, близкое к одной атмосфере. Температура в пределах от +50 до —50°</p>	<p>1. <i>Высокая стратосфера</i> Разреженные газы. Ионы. Электроны выше 80—100 км</p> <p>2. <i>Стратосфера</i> Разреженные газы, книзу переходят в обычную тропосферу. Выше 10—15 км</p> <p>3. <i>Тропосфера (обычный газ)</i> 0—10—15 км</p> <p>4. <i>Жидкая гидросфера</i> 0—3,8 км</p> <p>5. <i>Твердая литосфера</i> Характеризуется кристаллическим состоянием вещества</p>	<p>1. <i>Водородная (?)</i> Может быть, распыленный "твердый" изот. Выше 200 км</p> <p>2. <i>Гелиевая(?)</i> 110—120 км</p> <p>3. <i>Азотная (?)</i> > 70 км (?)</p> <p>4. <i>Азотно-кислородная (атмосфера)</i></p> <p>5. <i>Гидросфера</i> 0—3,8 км</p> <p>6. <i>Кора выветривания</i> Характеризуется свободным кислородом, водой, углекислотой</p>	<p>1. <i>Атомная оболочка</i> Область <i>рассеяния</i> элементов. Свободные атомы являются устойчивой формой</p> <p>2. <i>Газовая оболочка</i>, образованная молекулами и атомами (?)</p> <p>3. <i>Биосфера</i> Область жизни и коллоидов</p>	<p>1. <i>Электронная оболочка</i></p> <p>2. <i>Ультрафиолетовая оболочка</i> Коротковолновые излучения и проникающие космические лучи. Радиоактивные эманации</p> <p>3. <i>Световая оболочка</i> Световые излучения, тепловые и радиоактивные эманации</p>

3. Верхняя метаморфическая оболочка (область цементации)

Температура еще не достигает критической температуры воды. Давление не нарушает коренным образом свойств твердого тела

4. Нижняя метаморфическая оболочка (область анаморфизма)

Температура выше критической температуры воды. Давление делает вещество пластическим

5. Магмосфера

Температура не достигла критического состояния всех тел (?). Граница земной коры(?)

6. Барисфера

Температура достигла критического состояния для всех тел (?)

7. Осадочная оболочка (стратисфера)

Измененная древняя кора выветривания. До 5 км и больше

8. Гранитная оболочка (пара- и ортогранаты)

6. Стекловатая литосфера

Твердое кристаллическое состояние вследствие высокой температуры и давления отсутствует. Пластическое стекло, проникутое газами

7. Магматическая

Вязкая жидкость, проникнутая газом в горячей твердой среде (?)

8. Газ под большим давлением (?)

Закритический газ (?)

9. Базальтовая

10. Кремне-железная (?)

4. Область молекул и кристаллов

Химические соединения

5. Магматическая оболочка

Отсутствие твердых химических соединений. Полна газами

4. Тепловая и радиоактивная оболочка

Различные и в общем радиоактивные излучения

5. Тепловые излучения

Радиоактивные процессы отсутствуют

Форма их очень сложная и неустойчивая¹.

Для тех вопросов, какие затрагиваются в этих очерках, такой характер наших знаний в этих частях схемы не имеет большого значения, так как *биосфера* всецело лежит вне этих оболочек земной коры в той части таблицы, которая основана на огромном эмпирическом материале и свободна от гипотез, угадок, конъюнктур и экстраполяций.

89. Из всех факторов, определяющих химические равновесия температура и давление — и отвечающие им *термодинамические оболочки* — имеют особое значение. Ибо они всегда существуют для всех форм нахождения вещества, для всех его состояний и химических комбинаций. Наше построение космоса — его модель — всегда термодинамическое.

Поэтому в истории земной коры важно различать происхождение вещества и связанные с ним явления, исходящие из разных термодинамических оболочек.

Во всем дальнейшем изложении я буду называть *вадозными* явлениями тела, связанные со второй термодинамической оболочкой (поверхностной), *фреатическими*, связанные с третьей и четвертой (метаморфическими) и *ювенильными*, связанные с пятой.

Вещество из первой и шестой термодинамических оболочек не падает или не замечено в биосфере.

ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО ПЕРВОГО И ВТОРОГО ПОРЯДКА В БИОСФЕРЕ

90. Пределы биосферы обусловлены прежде всего *полем существования жизни*. Жизнь может проявляться только в определенной среде, в определенных физических и химических условиях.

Это как раз та среда, которая отвечает биосфере.

Но едва ли можно сомневаться, что поле устойчивости жизни выходит за пределы этой среды. Мы даже не знаем, как далеко оно может выйти за них, так как мы не можем количественно оценить *силу приспособляемости* организмов в течение геологического времени. Мы знаем что приспособляемость зависит от течения времени, есть функция времени и что она проявляется в биосфере в теснейшей связи с сотнями миллионов лет ее существования. Этих миллионов лет нет в нашем распоряжении, и мы не можем их пока ничем иным заменить в наших опытах.

Все наши опыты над живыми организмами производятся над телами, которые в безмерном времени² приспособились к окружающим условиям — к биосфере, выработали нужные для жизни в ней вещества и их строения. Мы знаем, что эти вещества меняются в те-

¹ Базальтическая оболочка подымается под океанами и, может быть, здесь лежит на глубине, недалекой от 10 км для Тихого океана; она лежит глубже для Атлантического. Некоторые исследователи сильно увеличивают толщину гранитной оболочки под континентами (по Б. Гутенбергу, [57] больше 50 км под Европой и Азией).

² "Безмерность" — понятие антропоцентрическое. В действительности здесь явно существуют пока не уловленные законности — определенная длительность эволюции живого вещества в биосфере (больше $2 \cdot 10^9$ лет?).

чение геологического времени и пределы этого изменения нам неизвестны и не могут быть сейчас выведены из изучения их химического характера¹.

Основным для нас выводом является то, что жизнь в земной коре охватывает область оболочек, *меньшую*, чем поле ее возможного существования, несмотря на то, что изучение природы прочно утвердило и постоянно подтверждает наше убеждение, что жизнь к этим условиям *приспособилась*, что организмы в смене веков выработали разнообразные формы организации, позволяющие им существовать в биосфере.

Лучше всего мы можем выразить это наше впечатление от изучения природы — это лежащее в основе всей нашей научной работы неосознанное эмпирическое обобщение — утверждением, что *жизнь постепенно, медленно приспособляясь, захватила биосферу и что захват этот не закончился* (§ 112, 122). Давление жизни (§ 27, 51) сказывается в этом превышении поля жизни по сравнению с полем биосферы.

Поле устойчивости жизни в связи с этим есть результат приспособляемости в ходе времени. Оно не есть что-нибудь неизменное и неподвижное — пределы его не дают нам полного представления о возможных пределах проявлений жизни.

Оно, как указывает изучение палеонтологии и экологии, постепенно, медленно расширяется.

91. Поле существования живых организмов определяется не только физико-химическими свойствами их вещества, характером и свойствами окружающей их внешней среды, приспособляемостью организма к этим условиям.

Для них чрезвычайно характерны и важны условия их *дыхания* и их *питания*, т.е. активного выбора организмами необходимых для их жизни веществ.

Мы уже видели огромное значение газового обмена организмов — их *дыхания* — в установлении их энергетического режима и общего газового режима планеты, ее биосферы.

Оно же вместе с *питанием* организмов, т.е. с передвижением силой их энергии жидких и твердых веществ из окружающей среды в автономное поле организма (§ 82), определяет прежде всего и области их нахождения.

Я уже касался этого явления, когда указывал на захват солнечной энергии зелеными организмами (§ 42).

Здесь мы должны остановиться на нем внимательнее.

В явлениях питания и дыхания организмов основным элементом является *источник*, откуда берут организмы нужные для их жизни вещества.

¹ Очень часто ищут пределов жизни в физических и химических свойствах составляющих организм химических соединений, например белков, которые свертываются при 60—70°. Однако при этом не принимают во внимание сложность возможных приспособлений организма. И некоторые белки в сухом виде не меняются при 100° (М. Шеррейль) [59].

С этой точки зрения организмы делятся на две резко различные группы: на *живое вещество первого порядка* — автотрофные организмы, которые в своем питании независимы от других организмов, и *живое вещество второго порядка* — гетеротрофные и миксотрофные организмы. Деление организмов по их питанию на три группы было введено в 1880-х годах немецким физиологом *В. Пфёффером* [60] и является крупным эмпирическим обобщением, богатым разнообразными следствиями. Его значение в понимании природы более велико, чем это обычно думают.

Автотрофные организмы строят свое тело целиком из веществ косной, "мертвой", природы; все их "органические" соединения, содержащие азот, кислород, углерод, водород, составляющие главную массу их тела, берется из минерального царства. Гетеротрофные организмы используют как пищу для жизни органические соединения, созданные другими живыми организмами. В конце концов для их существования необходима предварительная работа автотрофных организмов. В частности их углерод и азот в значительной или в полной мере получается из живого вещества. В миксотрофных организмах пищи (по отношению к углероду и азоту — источником их) служат их соединения, созданные как живым веществом, так и химическими реакциями косной материи.

92. Несомненно, вопрос об источнике, откуда организмы получают нужные им для жизни тела, более сложен, чем это представляется с первого взгляда, — но думается, что указанное *В. Пфёффером* деление есть коренная черта всей живой природы.

Нет ни одного организма, который бы в своем дыхании и питании не был бы связан, хотя бы отчасти, с косной материей. Выделение автотрофных организмов основано на том, что они для *всех* химических элементов независимы от живого вещества, могут их *все* получать из окружающей их косной — неживой — среды.

Они берут нужные им для жизни элементы из определенных молекул, соединений элементов.

Но в конце концов в среде живого в биосфере огромное количество составляющих ее молекул, необходимых для жизни, является продуктом этой последней и без нее не находилось бы в косной среде. Таков, например, целиком свободный кислород — O_2 — и в огромной мере почти все газы, такие, как CO_2 , NH_3 , H_2S и т.д. Не меньше участие жизни в создании *природных водных растворов*. С этими водными растворами неразрывно, однако, связаны явления питания и дыхания. Эта природная вода, а не вода химически чистая, необходима для жизни не меньше, чем газовый обмен.

Принимая во внимание это глубокое отражение жизни на характере химических тел косной материи, в среде которой она проявляется, мы должны ограничить независимость от нее автотрофных организмов. Нельзя делать логического заключения — очень обычного, — что наблюдаемые ныне автотрофные организмы могли бы одни существовать на нашей планете. Они не только всегда зарождаются от таких же автотрофных организмов, но они получают нужные им для существования элементы из таких форм косной материи, кото-

рые бы отсутствовали, если бы жизнь организмов их уже не создала раньше.

93. Так, зеленые автотрофные организмы требуют для своего существования присутствия свободного кислорода. Этот свободный кислород создается ими самими из воды и углекислоты. Он всегда является биохимическим продуктом в косной материи биосферы.

Но больше того, мы не можем утверждать, что только он один из необходимых для них тел всецело связан в своем существовании с жизнью.

Сейчас Ж. Боттомлеем [61], например, поставлен вопрос о необходимости для существования водных зеленых растений растворенных в воде сложных органических соединений — ауксономов, как он их назвал. Хотя это утверждение не может считаться вполне установленным, оно чрезвычайно вероятно, так как постепенно все больше и больше выясняется значение в картине природы тех незаметных и обычно забываемых нами примесей органических соединений, которые мы находим всегда во всякой природной воде, пресной или соленой. Все эти органические вещества, количество которых — ежесекундно существующее и создающееся в биосфере — исчисляется многими квадрильонами тонн, может быть больше, создаются жизнью, и мы не можем утверждать, что они связаны в своем происхождении только с автотрофными организмами. Напротив, мы на каждом шагу видим огромное значение богатых азотом соединений этого рода, создаваемых гетеротрофными и миксотрофными организмами как в питании организмов, так и в создании минералов (битумы).

В картине природы мы постоянно видим даже без химического анализа проявление этих тел. Они вызывают морскую или иную лину природной воды, их проявлением являются тонкие цветные пленки, покрывающие непрерывно сотни тысяч, миллионы квадратных километров водных поверхностей, они дают окраску болотных, тундровых рек и озер, черных и бурых рек тропических и подтропических областей. От них не свободен ни один организм — не только тот, который живет в этих водах, но и зеленый покров суши, получающий непрерывно эти тела в дождях и росах, а главным образом в почвенных растворах.

В природных водах количество органических растворенных (частью дисперсных) тел сильно колеблется в пределах от 10^{-6} до $10^{-2}\%$. В среднем оно, очевидно, близко к их проценту в морской воде, т.е. отвечает 10^{18} — 10^{20} т. Оно, по-видимому, превышает массу живого вещества [62].

Представление об их значении входит медленно в научное сознание. У старых натуралистов мы часто находим понимание этого грандиозного явления, иногда в самой неожиданной для нас обстановке.

В 1870-х годах в небольшой заметке гениальный натуралист Р. Майер [63] указал на их значение в составе целебных вод и в общей экономии природы. Изучение происхождения вадозных и фреатических минералов расширяет их роль еще глубже и значительнее, чем высказывал это Р. Майер.

В обстановке этого движения идей нахождения *Боттомлея* приобретают особое значение.

94. Но биохимический генезис тех тел *косной природы*, которые необходимы для существования автотрофных организмов, не меняет огромного их отличия от организмов гетеротрофных и миксотрофных. Мы должны только более ограниченно понимать автотрофность и не выходить в наших суждениях за его пределы.

Мы будем называть автотрофными все организмы, которые берут все нужные им для жизни химические элементы в современной биосфере из окружающей их косной материи и не требуют для построения своего тела готовых органических соединений другого организма.

Как всегда в определениях природных явлений, мы не можем охватить — в кратком определении — все явление целиком. Мыслимы переходы или сомнительные случаи, например для *сапрофитов*, питающихся умершими и разложившимися организмами. Однако для сапрофитов — почти всегда, а может быть даже всегда, основная пища состоит из проникающих трупы и остатки организмов живых микроскопических созданий.

Принимая понятие "автотрофного" организма ограниченным *современной биосферой*, мы тем самым исключаем возможность делать из него выводы о прошлом Земли — о возможности начала жизни на Земле в виде тех или иных из автотрофных организмов.

Ибо несомненно, что для всех существующих автотрофных организмов (§ 93) необходимо уже присутствие в биосфере продуктов жизни.

95. Различие между живым веществом 1-го и 2-го порядка резко всего сказывается на их нахождении в биосфере. Область нахождения живого вещества 2-го порядка, связанного в своем существовании — в своей пище — с автотрофными организмами, всегда шире местобитания этих последних.

Среди автотрофных организмов можно различить две резко отличных группы: с одной стороны, зеленые хлорофилльные организмы, зеленые растения, с другой — мир мельчайших, быстро размножающихся бактерий.

Мы уже видели, что зеленые хлорофилльные организмы являются главным механизмом биосферы, который улавливает солнечный световой луч и создает фотосинтезом те химические тела, энергия которых в дальнейшем является источником действенной химической энергии биосферы, а в значительной мере всей земной коры.

Поле существования этих зеленых автотрофных организмов прежде всего определяется областью проникновения солнечных лучей (§ 23).

Их масса очень велика по сравнению с массой остального животного вещества, может быть, близка к его половине (§ 46).

Мы видим в них приспособления, которые позволяют улавливать ничтожные по интенсивности излучения света, использовать его до конца (§ 22).

Возможно, что временами были ослабления и усиления коли-

чества создаваемого ими зеленого вещества, хотя это, очень часто высказываемое, мнение не может еще считаться точно установленным.

Огромная масса вещества, ими захваченная, их всюдность, проникновение их всюду, куда проникает солнечный луч, часто заставляет видеть в них основную базу жизни. Допускают, что в течение геологического времени из них образовались многочисленные организмы, создающие живую материю второго порядка. И сейчас все существование всего животного мира, огромного количества бесхлорофилльных растительных организмов — грибов, бактерий — целиком ими обусловлено.

Они производят в земной коре самую важную химическую работу — создают свободный кислород, разрушая при фотосинтезе такие стойкие кислородные тела, всюду находящиеся, каковыми являются вода и углекислота. Ту же работу они, несомненно, производили во все далекие геологические периоды. Явления выветривания явно указывают нам на ту же исключительную роль свободного кислорода в археозе, какую он и сейчас играет в современной биосфере. Состав продуктов выветривания, их количественные соотношения, как мы это можем установить, был и в археозе тот же, какой наблюдается сейчас. Очевидно и источник свободного кислорода был тот же — зеленый растительный мир. Вся масса свободного кислорода была того же порядка, что мы видим и ныне. Мало могли отличаться от современного и в эту далекую, чуждую нам эпоху — сотни миллионов лет назад — и количество зеленого вещества, и энергия порождающего их солнечного луча (§ 57).

Для археоза мы не имеем остатков зеленых организмов [64]. Они непрерывно идут, начиная с палеозоя, и указывают на необычайно резкое развитие вплоть до нашего времени бесчисленного множества их форм, число которых в наше время, по-видимому, не меньше 200 000 видов, а количество всех видов, существующих и существовавших на нашей планете, — число не случайное — не может быть сейчас учтено, так как относительно небольшое число ископаемых их видов (несколько тысяч) выражает только неполноту наших знаний. Оно быстро увеличивается с каждым десятилетием, даже с каждым годом.

96. Гораздо меньшие количества живого вещества собраны в форме *автотрофных бактерий*.

В то время как существование зеленых автотрофных организмов стало ясным в конце XVIII, в начале XIX века и в 1840-х годах, благодаря работам Ж. Буссенго, Ж. Дюма, Ю. Либиха, вошло в научное сознание, — существование автотрофных, не связанных с солнечным лучом, лишенных хлорофилла бактерий было открыто в конце XIX столетия С.Н. Виноградским [65] и не оказало пока того влияния на научную мысль, какое можно было ожидать. Организмы эти играют огромную роль в геохимической истории серы, железа, азота, углерода — но они не очень разнообразны; известно едва ли больше ста видов — и по своей массе — да и по своему значению — они несравнимы с зелеными растениями.

Правда, они рассеяны всюду; мы их находим в почвах, в иле водных бассейнов, в морской воде; но нигде нет тех их количеств, которые были бы сравнимы с количеством автотрофной зелени суши, не говоря уже о зеленом планктоне мирового океана. А между тем геохимическая энергия бактерий гораздо выше той же энергии зеленых растений, превышает ее в несколько раз — иногда в десятки и сотни раз, является максимальной для живых веществ. Правда, кинетическая геохимическая энергия, вычисленная на гектар, будет в конце концов одинакова для одноклеточных зеленых водорослей и для бактерий — но в то время, как водоросли могут достигнуть наибольшего стационарного состояния в десятки дней — бактерии в благоприятных условиях достигают их в десятки раз быстрее — в 36—48 часов.

97. Наблюдений над размножением автотрофных бактерий у нас очень мало. По-видимому (*Ж. Рейнке*) [66], они размножаются медленнее других бактерий; наблюдения над железными бактериями (*Н. Г. Холодный*) [67] не противоречат этому утверждению. Так, эти бактерии делятся 1—2 раза в сутки ($\Delta = 1—2$), тогда как такое деление для обычных бактерий может наблюдаться только при неблагоприятных условиях их жизни, так, например, *Bacillus gamosus*, живущий в реках, дающий при благоприятных условиях не менее 48 поколений в сутки, дает при низких температурах всего 4 поколения (*М. Уорд*, 1925) [68].

Если даже такое понижение быстроты размножения автотрофных бактерий по сравнению с другими бактериями окажется общим явлением для них всех, все же быстрота их размножения будет отвечать *наибольшей*, но не средней скорости передачи жизни зеленых одноклеточных растений. Надо было бы ждать поэтому, что их количества будут гораздо больше масс зеленых организмов и что то явление, какое мы наблюдаем в море для одноклеточных водорослей (§ 51) — их преобладание над зелеными метафитами, — будет существовать для бактерий по сравнению с зелеными протистами.

98. В действительности этого нет. Причина малого скопления живой материи в этой форме жизни очень аналогична причине, обуславливающей преобладание зеленых метафитов над зелеными протистами на суше (§ 49).

Их чрезвычайная всюдность, проникновение ими, например, всех толщ океана — далеко за пределы тех слоев, куда проникает солнечный луч, — заставляет думать, что причина относительно малых их количеств в биосфере, выявляющаяся для всех столь различных их разновидностей, как бактерии азотные, серные или железные, должна быть причиной не частного, а *общего характера*.

Такую причину можно видеть в совершенно особых условиях их питания, т.е. в условиях возможности их существования.

Все они получают нужную им для жизни энергию, *окисляя* не вполне окисленные или неокисленные соединения азота, серы, железа, марганца, углерода в их высшие степени окисления. Но нужные исходные, бедные кислородом, тела — вадозные минералы этих элементов — никогда не могут быть в биосфере собраны в достаточных

количествах. *Ибо область биосферы в общем есть химическая область окисления*, так как она переполнена свободным кислородом — созданием зеленых организмов. В этой богатой кислородом среде устойчивыми формами — даже помимо влияния жизни — являются наиболее окисленные богатые кислородом соединения.

В связи с этим автотрофные организмы должны *выскакивать* среду своего бытия. И с этим обстоятельством связаны приспособления их организации.

Они могут — а некоторые, как азотные бактерии, по-видимому, так действуют всегда — окислять кислородные соединения, добывать нужную для жизни энергию, окисляя низшие степени окисления в высшие, но количество химических элементов, допускающих этого рода реакции, ограничено; к тому же в избытке свободного кислорода те же богатые кислородом тела получают помимо бактерий, так как в этой именно среде они являются устойчивой формой молекулярных структур.

99. *Автотрофные бактерии находятся в состоянии непрерывного недостатка пищи*, в состоянии недоедания. С этим связаны многочисленные приспособления их жизни. Так всюду — в грязях, в источниках, в морской воде, в сырых почвах — мы видим своеобразные вторичные равновесия между бактериями, восстанавливающими сульфаты, и автотрофными организмами, их окисляющими.

Повторение в бесчисленных случаях — на каждом шагу — таких вторичных равновесий указывает на закономерность явления. Живое вещество выработало эти структуры, благодаря огромному давлению жизни автотрофных бактерий (§ 27), не находящих для своей жизни в биосфере достаточного числа готовых, бедных кислородом, соединений. Живое вещество их само в этих случаях создает в косной среде.

В океанах такие же равновесия наблюдаются между автотрофными бактериями, окисляющими азот, и раскисляющими нитраты гетеротрофными организмами. Это одно из грандиозных равновесий химии гидросферы.

Всюдность нахождения этих организмов служит проявлением их огромной геохимической энергии, быстроты передачи их жизни — отсутствие их больших скоплений где бы то ни было связано с недостатком бедных кислородом соединений в биосфере, в среде, где все время выделяется избыток свободного кислорода зелеными растениями.

Они не захватывают значительных масс живого вещества только вследствие физической невозможности это сделать, благодаря отсутствию в биосфере нужных для их жизни соединений.

Между количеством вещества, захваченного автотрофными зелеными организмами и автотрофными бактериями, должны существовать определенные соотношения, обусловленные большим значением геохимической энергии преобладающих по массе организмов, создающих свободный кислород.

100. Не раз высказывались мнения, что в этих своеобразных очень специальных организмах мы имеем представителей наиболее древних

организмов, появившихся раньше зеленых растений. Еще недавно эти идеи высказывал один из крупных натуралистов-мыслителей нашего времени — американец *Ф. Осборн* (1918) [69].

Наблюдение их роли в биосфере этому противоречит.

Тесная связь существования этих организмов с присутствием свободного кислорода указывает на их зависимость от зеленых организмов — от солнечной лучистой энергии — в не меньшей степени, чем зависят от нее животные и бесхлорофилльные растения, питающиеся веществами, приготовленными зелеными растениями. Ибо в природе — в биосфере — весь свободный кислород — пища этих тел — есть продукт зеленых растений.

На то же — вторичное — значение этих организмов по сравнению с зелеными растениями указывает и характер их функций в общей экономии живой природы.

Значение их огромно в биогеохимической истории и серы, и азота — двух элементов, столь необходимых для построения главного вещества протоплазмы — белковых молекул. Однако, если бы деятельность этих автотрофных организмов прекратилась, жизнь, может быть, уменьшилась бы количественно, но осталась бы мощным механизмом биосферы, так как те же вадозные соединения — нитраты, сульфаты и газообразные формы переноса в биосфере азота и серы, аммиак и сероводород, постоянно создаются в ней в значительных количествах помимо жизни.

Не предвещая вопроса об автотрофности (§ 94) и начале жизни на Земле, можно сказать, что зависимость автотрофных бактерий от зеленых организмов, их вторичное по сравнению с ними образование по крайней мере очень вероятно.

Все указывает на то, что в этих автотрофных организмах мы имеем формы жизни, увеличивающие использование до конца энергии солнечного луча, наблюдаем улучшение механизма "солнечный луч — зеленый организм", а не независимую от космических излучений форму земной жизни.

Таким же проявлением того же процесса является весь бесчисленный в своих формах гетеротрофный мир животных и грибов — миллионы видов организмов.

101. Это ярко сказывается и в характере распределения живого в биосфере, в области жизни.

Она целиком определяется полем устойчивости зеленой растительности, другими словами — областью планеты, пронизанной солнечным светом.

Главная масса живого вещества сосредоточена в этой охваченной солнечным светом части планеты; при этом сгущения жизни тем больше, чем ярче это освещение.

Здесь же собраны гетеротрофные организмы и автотрофные бактерии, так как в своем существовании они тесно связаны или с продуктами жизни зеленых организмов (свободный кислород прежде всего) или с создаваемыми ими сложными органическими соединениями.

Из этой освещенной Солнцем части в области биосферы, лишенные

солнечных лучей и зеленой жизни, проникают гетеротрофные организмы и автотрофные бактерии. Многие из них живут исключительно в этих темных областях биосферы. Обычно полагают, что эти организмы проникли сюда из освещенной Солнцем земной поверхности, постепенно приспособившись к новым условиям жизни. Можно это думать, так как морфологическое изучение животного мира земных пещер и морских глубин указывает, очень часто с несомненностью, что фауна эта произошла от предков, живших в освещенных областях планеты.

Особое значение с геохимической точки зрения приобретают скопления — концентрации — жизни, свободной от зеленых организмов — *донная живая пленка* гидросферы (§ 130), нижние части *прибрежных сгущений жизни Океана*, донные живые пленки водных бассейнов суши (§ 158). Мы увидим их огромное значение в химической истории планеты. Можно убедиться, что их существование теснейшим образом связано — прямо или косвенно — с организмами зеленых областей жизни. Не только морфологически можно во многих случаях установить, а в других научно допустить генезис этих организмов путем палеонтологической эволюции из организмов освещенных частей планеты — но и в основе их каждодневного бытия лежит лучистая энергия Солнца.

Само существование донной пленки теснейшим образом связано с остатками организмов верхних частей Океана, падающих на дно и не успевающих на пути разложиться или быть съеденными другими организмами. Конечный источник ее энергии, таким образом, должен искаяться в освещенной части планеты, в солнечном свете. Из атмосферы проникает в морскую воду — в темные глубины — свободный кислород; иного, кроме биохимического, происхождения, созданного работой зеленых организмов на нашей планете, мы не знаем. Анаэробные организмы — характерные для нижних частей донной пленки — все теснейшим образом зависят в своей жизни от аэробных организмов и их остатков, которыми они питаются.

Все указывает, что эти проявления жизни в лишенных света областях планеты находятся в непрерывном развитии — площадь их увеличивается.

По-видимому, в течение геологического времени шло — и сейчас медленно идет — постоянное новое проникновение живого вещества в обе стороны от зеленого покрова все дальше и дальше в азойные части планеты.

Мы живем сейчас в этой стадии медленного расширения области жизни.

102. Может быть, одним из проявлений этого расширения жизни является биохимическое создание новых форм лучистой энергии гетеротрофным живым веществом.

В морских глубинах усиливается *свечение* организмов, излучение ими световых волн тех же длин, которые в космических излияниях Солнца на земную поверхность дают энергию жизни и через нее химическим изменениям планеты.

Мы знаем, что проявление этих вторичных световых излучений — свечение поверхности моря, непрерывно происходящее на нашей планете и охватывающее одновременно сотни тысяч квадратных километров его поверхности, — позволяет зеленым организмам планктона производить свою химическую работу и в те часы, когда до них не доходит лучистая энергия центрального светила.

Является ли новым проявлением того же механизма и свечение морских глубин? Есть ли здесь усиление жизни, благодаря переносу в глубь на километры от поверхности космической энергии Солнца, которая к ним без этого не доходит?

Мы этого не знаем. Но нельзя забывать факта, что глубоководные экспедиции встречали живые зеленые организмы на глубинах, значительно превышающих область проникновения в море солнечных излучений сверху, например "Valdivia" встретила живую водоросль *Nalionella* в Тихом океане на глубине около 2 км.

Если бы оказалось, что живое вещество способно переносить в новые области лучистую энергию Солнца не только в форме неустойчивых в термодинамической оболочке, которой отвечает биосфера (§ 82), химических соединений, т.е. в форме химической энергии, но и в виде вторично созданной лучистой же энергии, — все же в истории биосферы это явилось бы лишь — пока, может быть — небольшим расширением главной области фотосинтеза, как незначительным ее расширением является создание световой энергии человеком.

Несомненно и эта, новая в биосфере, создаваемая человеком лучистая энергия используется зеленым живым веществом, но пока в общем космическом фотосинтезе планеты отражается ничтожными долями.

В конце концов зеленое живое вещество, определяющее на Земле область существования всего живого, — все связано с солнечным светом.

Во всем нашем дальнейшем изложении мы будем выделять эту часть живого вещества первого порядка и относить к нему все другие проявления жизни.

ПРЕДЕЛЫ ЖИЗНИ

103. Поле устойчивости жизни далеко, как мы увидим, превышает поле биосферы, определяемое характеризующими ее независимыми переменными, принимаемыми во внимание при изучении могущих иметь в ней место физико-химических равновесий.

Поле устойчивости жизни определяет область, в которой жизнь может достигнуть полного развития. Оно, по-видимому, подвижно и не имеет строгих границ.

Характерным свойством живого вещества является его изменчивость, его способность приспособляться к условиям внешней среды. Благодаря этой способности живые организмы могут в течение даже немногих поколений приспособиться к жизни при таких условиях, которые для прежних поколений были бы губительны.

В настоящее время нет возможности подтвердить эту способность к изменчивости при помощи эксперимента, так как мы не располагаем геологическим временем, нужным для ее проявления. Живое вещество, совокупность живых организмов, резко отличается от косного вещества: это подвижное равновесие, которое оказывает давление на окружающую среду, но связь воздействия этого давления с продолжительностью времени неясна.

Такое поле устойчивости жизни, связанное с изменчивостью организмов, является к тому же *гетерогенным*, то есть неоднородным. Оно резко делится на два поля: *гравитационное поле*, поле более крупных организмов и *поле молекулярных сил*, к которому относятся мельчайшие организмы, меньше 10^{-4} мм в диаметре, микробы, ультрамикробы и тому подобные, жизнь которых и, в особенности, движение определяются не тяготением, а излучениями — как световыми, так и другими.

Протяженность каждого из этих полей определяется изменчивостью организмов, их приспособляемостью; и то и другое еще недостаточно изучены.

Мы будем принимать, таким образом, во внимание: 1) температуру, 2) давление, 3) фазу среды, 4) химизм среды, 5) лучистую энергию. Это важнейшие признаки, характеризующие оба поля устойчивости жизни.

104. Мы должны при этом различать условия, которые выдерживает жизнь, не прекращая всех своих функций, т.е. те, при которых организм, хотя и страдает, но выживает, и, во-вторых, условия, при которых организм может давать потомство, т.е. увеличивать живую массу — увеличивать действительную энергию планеты.

Может быть, ввиду генетической связи всего живого вещества эти условия близки для всех организмов. Но область эта значительно уже для зеленого растительного покрова, чем для гетеротрофных организмов.

Предел ее определяется в конце концов физико-химическими свойствами *соединений*, строящих организм, их неразрушимостью в определенных условиях среды. Но есть ряд случаев, которые указывают, что *раньше* разрушения соединений разрушаются те механизмы, которые они составляют и которые определяют функции жизни.

И сами соединения, и построенные ими механизмы непрерывно меняются в ходе геологического времени, приспособляясь к изменению среды жизни.

Максимальное поле жизни может определяться крайними примерами выживания каких-нибудь организмов.

105. Самая высокая температура, которая выдерживается без смерти организма некоторыми гетеротрофными существами — особенно в латентной форме их бытия — например, спорами грибов, приближается к 140°C . Она меняется в зависимости от того, наблюдается ли организм в сухой или во влажной среде.

Опыты *Л. Пастера* над произвольным зарождением выяснили, что нагревание во влажной среде до 120°C не убивает всех спор

микробов. В сухой среде надо нагревать до 180° С (*М. Duclaux*) [70], в опытах *М. Христана* [71] споры почвенных бактерий выдерживали нагревание — не теряя жизни — до 130° в течение 5 минут, до 140° С в течение минуты. Споры одной бактерии, описанной *М. Цеттновым* [72], выдерживали текучий пар в течение суток (*В.Л. Омелянский* [73]).

Еще дальше идет устойчивость при низкой температуре. Опыты в Дженнеровском Институте в Лондоне указали на устойчивость (в жидком водороде) спор бактерий в течение 20 часов при — 252° С. *С. Макфайден* [74] указал, что микроорганизмы сохранялись без потери жизни в жидком воздухе в течение многих месяцев при —200° С. По опытам *П. Беккереля* [75] споры плесневых грибов в безвоздушном пространстве не теряли жизнеспособности в течение трех суток при —253° С.

Таким образом, надо считать, что *интервал в 433 градуса является сейчас предельным тепловым полем*, в котором в течение некоторого времени могут находиться без гибели и разрушения некоторые формы жизни.

Он резко сокращается для зеленой растительности. Мы не имеем для нее вполне точных опытов, но едва ли он превышает 160—150° (от +80° до —60°).

106. Пределы давления — динамического поля жизни — по-видимому, идут очень далеко. Опыты *В.Г. Хлопина* и *Г. Таммана* [76] указали, что плесневые грибы, бактерии, дрожжи выдерживают давление до 3000 атм без всякого видимого изменения своих свойств. Жизнь дрожжей сохраняется при 8000 атм давления. С другой стороны, несомненно, что латентные формы жизни — семена или споры — могут сохраняться длительное время в "безвоздушном" пространстве, т.е. при давлениях, равных тысячным долям атмосферы.

По-видимому, нет разницы между гетеротрофными и зелеными (споры, семена) организмами.

107. Огромное значение волн определенной длины *лучистой энергии* для зеленых растений было уже многократно указано. Оно лежит в основе всего строения биосферы.

Зеленые организмы более или менее быстро умирают в отсутствии этих излучений. Гетеротрофные организмы и автотрофные бактерии — некоторые из них, по крайней мере — могут жить в темноте. Но характер лучистой среды этой "темноты" (длинных инфракрасных волн) не изучен.

Нам известен, с другой стороны, предел всякой жизни в области *коротких волн*.

Среда, в которой распространяются лучи ультрафиолетовые, с очень короткой длиной волны, меньше 0, 3 мц, неизбежно является без-

¹ Это впечатление сотрудников знаменитого спора *Л. Пастера* и *Г. Пуше* имеет, мне кажется, большее значение для определения максимальной температуры теплового поля жизни, чем опыты над чистыми культурами. Оно основано на изучении свойств сенных настоев, которые ближе к сложной среде жизни в земной коре, чем наши чистые культуры.

жизненной. Опыты *М. Беккереля* [77] показали, что эти лучи с чрезвычайным быстрым колебанием составляющих их волн убивают в течение короткого промежутка времени все формы жизни. Среда, в которой они находятся, какой является междупланетное пространство, непроходима для всех форм жизни, приспособившихся к биосфере, хотя ни температура, ни давление, ни химический характер не препятствуют нахождению в ней жизни.

При той связи, какая, как мы видим, существует между развитием жизни в биосфере и солнечной радиацией, возможно точное и детальное изучение пределов жизни в разных областях лучистой энергии заслуживает самого большого внимания.

108. Огромна область химических изменений, которые выдерживает жизнь.

Открытие *Л. Пастером* анаэробных организмов указало на существование жизни в среде, лишенной свободного кислорода, и чрезвычайно расширило допускавшиеся раньше ее пределы.

Установление *С.Н. Виноградским* автотрофных организмов выяснило возможность существования жизни в отсутствии готовых органических соединений, в чисто минеральной среде.

Споры и зерна, латентные формы жизни могут находиться без всякого вреда — по-видимому, неопределенное время — в среде, лишенной газов и вполне сухой, лишенной воды.

В то же время в пределах термодинамического поля существования жизни разные ее формы могут находиться без вреда в самых разнообразных химических средах. *Bacillus boracicola*, живущий в горячих борных источниках Тосканы, может жить в насыщенном растворе борной кислоты; он свободно выдерживает 10% раствор серной кислоты при обычной температуре (*М. Bargagli Petrucci*, 1914) [78]. Известен целый ряд организмов, главным образом плесневых грибков, которые живут в крепких растворах различных солей, губительных для других организмов. Есть грибки, живущие в насыщенных растворах купоросов, селитр, ниобата, калия. Тот же *Bacillus boracicola* выдерживает 0,3% раствор сулемы, а другие бактерии и инфузории живут даже в ее концентрированных растворах (*А.М. Безредка*, 1925) [79]; дрожжи живут в растворах фтористого натрия. Личинки некоторых мух выживают в 10% растворе формалина. Существуют бактерии, которые размножаются в атмосфере свободного кислорода.

Область этих явлений относительно мало изучена — но приспособляемость форм жизни кажется здесь беспредельной.

Однако, это верно для гетеротрофных организмов. Развитие зеленых организмов требует присутствия свободного кислорода (хотя бы растворенного в воде). Крепкие соляные рассолы уже не дают возможности развития этих форм жизни.

109. Хотя некоторые формы жизни, в латентном ее состоянии, могут находиться без гибели в среде, лишенной воды, абсолютно сухой, вода в капельно-жидком и газообразном состоянии является необходимым условием для роста и для размножения организмов — для их проявления в биосфере.

Геохимическая энергия организмов — в форме их размножения — переходит из потенциальной формы в свободную только в присутствии воды, содержащей в растворе нужные для дыхания организмов газы.

Значение воды, ярко бросающееся в глаза для зеленой растительности, давно вошло в общее сознание. Основа всего живого — зеленая жизнь — без воды не существует.

Но в последнее время можно было пойти дальше в выяснении механизма действия воды. Выяснилось значение для жизни кислой или щелочной реакции водных растворов, в которых живут организмы — степени и характера их *ионизации*.

Значение этих явлений огромно, так как в природной воде сосредоточена в биосфере главная масса (по весу) живого вещества, и условия жизни всех организмов теснейшим образом связаны с природными водными растворами. Все организмы состоят в подавляющей массе своего вещества из водных растворов или водных золь¹. Протоплазма может быть рассматриваема как водный золь, в котором происходят коллоидальные сгущения и изменения. Везде в жидкостях организма идут явления ионизации, и, при непрерывном взаимодействии между природными водными растворами и между жидкостями живущих в них организмов, соотношения ионизации обеих средин имеют огромное значение.

Благодаря тонким приемам исследования мы можем количественно следить с очень большой точностью за изменением ионизации и этим путем имеем превосходное средство для изучения изменения главной среды, где сосредоточена жизнь.

Морская вода содержит около $10^{-9}\%$ ионов H^+ — она слабо щелочная, и это небольшое преобладание положительных ионов H^+ над отрицательными ионами OH^- сохраняется в общем неизменно, постоянно восстанавливается, несмотря на бесчисленные химические процессы, идущие в море (ионизация $pH = 8$).

Эта ионизация очень благоприятна для жизни морских организмов, причем небольшие колебания отражаются благоприятно или неблагоприятно, различно для разных организмов.

Выяснено, что жизнь может существовать только в известных пределах ионизации, от $10^{-6}\%$ H^+ до $10^{-10}\%$ H^+ (т.е. $pH = 5-10$). За этими пределами никакая жизнь в водных растворах невозможна [80].

110. Несомненно, фаза среды имеет огромное значение для prolongации жизни.

Сохраняться в латентном состоянии жизнь, по-видимому, может в среде всякой фазы — жидкой, твердой, газообразной, в "безвоздушном" пространстве. По крайней мере, опыты показывают, что семена могут сохраняться некоторое время без газового обмена — следовательно, в любой фазе в пределах теплового поля жизни. Но живой организм — в полном развитии своих функций — неизбежно связан в своем существовании с возможностью газового обмена

¹ Организмы содержат по весу от 60 до 99% воды (может быть, даже больше), т.е. составлены, вероятно на 80—100%, из водных растворов и водных золь.

(дыхание) и устойчивости коллоидальных систем, из которых он построен.

Поэтому организмы могут встречаться только в той среде, где этот обмен возможен — в жидкой, коллоидальной, газообразной. В твердой среде они могут наблюдаться и действительно наблюдаются только в среде рыхлой и пористой, дающей возможность газового обмена. Ввиду малого размера многих организмов твердые среды, весьма плотные, могут являться субстратом жизни.

Но жидкая — раствор или коллоид — *лишенная газов* среда не может являться областью жизни.

Мы видим здесь опять проявление того исключительного значения газообразного состояния материи, с которым мы не раз сталкивались в этих очерках.

ГРАНИЦЫ ЖИВОГО В БИОСФЕРЕ

III. Из предыдущего ясно, что биосфера по своему строению, составу, физическим условиям среды целиком входит в область жизни.

Жизнь приспособилась к ее условиям и в ней нет мест, где бы она так или иначе не могла в ней проявиться.

Это безусловно верно, если мы будем принимать обычные нормальные условия биосферы, а не те временные мимолетные их нарушения, которые являются губительными для жизни, но которые не могут считаться для нее характерными. В условиях биосферы недоступны для жизни кратеры вулканов во время извержений и незастьявшие еще с поверхности лавы. Это в ее существовании ничтожные и временные частности.

Такими же временными явлениями должны считаться сопровождающие вулканические процессы выходы ядовитых для жизни газов (например, хлористого или фтористого водорода) или горячие вулканические минеральные источники, лишенные жизни.

Длительные явления, например термы с температурой до 90° С, уже оказываются захваченными отвечающими им своеобразными, приспособившимися к этим условиям организмами.

Неясно, не могут ли быть безжизненны земные рассолы, т.е. растворы, содержащие больше 5% солей. Самое большое скопление такой безжизненной соленой воды указывается в Мертвом море в Палестине. Но источники-рассолы, еще более богатые солями, чем оно, богаты жизнью. Ее отсутствие в Мертвом море объясняют богатством его бромом, но это гипотеза — догадка, не опирающаяся на опыты. Может быть, наше представление о Мертвом море обусловлено неполнотой наших знаний — неизученностью его микрофауны, частью бактериальной.

Несомненно, что некоторые из кислых серных или соляных природных вод, ионизация которых меньше $10^{-11}\%$ H^+ , должны быть безжизненны (§ 109). Они образуют в общем ничтожные водоемы.

112. В общем, можно считать, что земная оболочка, в которой наблюдается живое вещество, всецело отвечает полю существования жизни. Это оболочка непрерывная — подобно атмосфере — и этим она

отличается от таких прерывчатых оболочек, какой является гидросфера.

Но земное поле устойчивости жизни далеко не целиком занято живым веществом. Мы наблюдаем медленное движение жизни в новые области, завоевание ею этого поля в течение геологического времени.

В земном поле устойчивости жизни надо отличить, во-первых, область временного проникновения — без быстрой гибели — живых организмов, во-вторых, область длительного их существования, неизбежно связанного с проявлением размножения.

Крайние пределы жизни в биосфере должны определяться существованием в ней условий, непреодолимых для всех организмов.

Для этого достаточно, чтобы даже одно какое-нибудь условие (независимое переменное равновесия) достигло величины, непреодолимой для живого вещества — будь то температура, химический состав или ионизация среды, длина волн излучений.

Нельзя не отметить, что такие определения не могут иметь безусловного характера. То, что мы называем приспособляемостью организма, его умением защищаться от вредных условий среды, огромно, и пределы его нам неизвестны — особенно если мы примем во внимание время.

Устанавливая эти пределы на основании нами сейчас наблюдаемых возможностей выживания, мы неизбежно всегда логически вступаем в область экстраполяции, всегда область скользкую и неверную.

В частности, человек, одаренный разумом и умело направляемой волей, может достигать непосредственно или посредством областей недоступных для остального живого.

При единстве всего живого, которое, как мы видим, бросается в глаза на каждом шагу при охвате жизни как планетного явления, такое свойство *Homo sapiens* не может быть рассматриваемо, как случайное явление.

Его существование еще больше заставляет относиться осторожно к незыблемости в биосфере границ жизни.

113. Такое определение пределов жизни, основанное на возможности нахождения и существования организмов в их современных формах и в их современных амплитудах приспособляемости, ясно указывает характер биосферы, как *оболочки*, так как исключаящие жизнь условия проявляются на всей поверхности планеты одновременно.

Достаточно поэтому определить только *верхний* и *нижний* пределы поля жизни.

Верхний предел обуславливается *лучистой энергией*, присутствие которой исключает жизнь.

Нижний предел связан с достижением высокой температуры, ставшей предел жизни с не меньшей необходимостью.

В пределах, этим путем установленных, жизнь охватывает — не целиком правда — одну термодинамическую оболочку, три химических и три фазовых (§ 88).

Значение этих последних — тропосферы, гидросферы и верхней части литосферы — наиболее ярко сказывается в ее явлениях, и их мы положим в основу нашего изложения.

114. Жизнь, по-видимому, ни в каких своих современных нам известных формах не может зайти за пределы *стратосферы*, по крайней мере верхних ее частей.

Как видно из таблицы (§ 88), здесь начинается другая парагенетическая оболочка, где едва ли существуют какие бы то ни было химические молекулы или еще более сложные их комплексы.

Это область высочайшего разрежения материи, даже если принимать новые исчисления проф. В.Г. Фесенкова (1923—1924) [81], дающие для нее большие количества материи, чем это принимали раньше. Проф. В.Г. Фесенков полагает, что на высоте 150—200 км стратосфера заключает тонну вещества в одном кубическом километре¹. Новые условия нахождения атомов этой разреженной материи не являются только следствием ее разрежения — уменьшения столкновения газовых частиц, удлинения их свободных траекторий. Они связаны с могучим действием ультрафиолетовых и, может быть, других лучей Солнца (а может быть, и космических пространств), беспрепятственно достигающих этих крайних пределов нашей планеты (§ 8).

Мы знаем, что ультрафиолетовые лучи являются чрезвычайно активными химическими деятелями. В частности, лучи очень коротких волн, меньше 200 мμ (160—180 мμ), уничтожают всякую жизнь, самые устойчивые споры в сухой или в безвоздушной среде. По-видимому, несомненно, что эти лучи освещают эти далекие области планеты.

115. Ниже они не проходят, так как совершенно поглощаются *озоном*, образующимся постоянно в стратосфере в относительно значительных количествах из свободного кислорода и, может быть, воды под влиянием тех же ультрафиолетовых излучений Солнца, которые он задерживает и которые губительны для жизни.

Озон стратосферы образует по С. Фабри и Г. Бюссону [82] слой в 5 мм мощностью, если бы он был собран весь вместе в чистом виде. Но и в рассеянных атомах эти количества озона достаточны, чтобы не пропустить всех вредных для жизни излучений.

Сколько бы ни разрушался озон, он постоянно восстанавливается, так как лучи колебаний короче 200 мμ встречают все время в стратосфере — в нижних ее слоях — избыточное количество атомов кислорода.

Жизнь защищена в своем существовании *экраном озона* в 5 мм мощностью, являющимся естественной верхней границей биосферы.

Характерно, что необходимый для создания озона свободный кислород образуется в биосфере только биохимическим путем; он должен исчезнуть из нее при прекращении жизни. *Жизнь, создавая в земной коре свободный кислород, тем самым создает озон и предохраняет биосферу от губительных коротких излучений небесных светил.*

Ясно, что новейшее проявление жизни — культурный человек — может предохранить себя иначе — и проникнуть безнаказанно за озонный экран.

¹ Другие исчисления дают числа в тысячу и больше раз меньшие — тонну на 100 км³, килограмм на 200 км³.

116. Озонный экран определяет только верхнюю границу *возможной* жизни.

В действительности она прекращается в атмосфере гораздо ниже. Зеленые автотрофные растения не поднимаются над зеленым древесным и травяным покровом суши. Нет зеленых клеток, развивающихся в воздушной среде. Случайно и невысоко, в брызгах океана, поднимаются зеленые клетки планктона.

Выше древесной растительности организмы могут попадать или механически, или благодаря выработанным приспособлениям летания. Чрезвычайно редко этим путем могут далеко и надолго проникать в атмосферу зеленые организмы.

Мельчайшие споры, например хвойных или тайнобрачных, лишены или бедны хлорофиллом — а это, вероятно, величайшие массы зеленых организмов, разносимые ветром и поднимающиеся иногда ненадолго на довольно значительную высоту.

Главная масса живого вещества, проникающего в атмосферу, состоит из живой материи второго порядка. К ней принадлежат все летающие организмы. Зеленый слой нашей планеты, где начинается превращение солнечных радиаций в земную химическую энергию, расположен на поверхности суши и в верхнем слое океана; он не поднимается далеко в атмосферу.

В геологическое время, однако, он расширил в ней область своего нахождения.

Ибо в стремлении уловить наибольшее количество солнечной энергии зеленый растительный организм проник далеко в нижние слои тропосферы; он поднялся на десятки, более сотни, метров от ее поверхности в форме высоких деревьев и в их скоплениях в лесных массивах. Эти формы жизни выработаны организмами, по-видимому, в палеозое.

117. Жизнь проникает в атмосферу и долго в ней держится главным образом в виде мельчайших бактерий и спор, в летающих формах животных.

Относительные ее концентрации главным образом в виде латентных форм (спор микроскопических организмов) могут наблюдаться только в "пылевой атмосфере", т.е. в тех частях воздушного покрова, куда проникает пыль с земной поверхности. Пылевая атмосфера связана главным образом с сушей. Эта пылевая атмосфера по *А. Клоссовскому* (1910) [83] достигает 5 км, по *О. Менгелю* (1922) [84], значительные скопления пыли не поднимаются выше 2,8 км. Главная часть пыли, однако, косная материя.

На горных вершинах воздух очень беден организмами, все же они там существуют. По определению *Л. Пастера*, в среднем здесь находится не больше 4—5 микробов, патогенных, открываемых питательными жидкостями в одном кубическом метре. *М. Флемминг* [85] в воздухе с высоты 4 км обнаружил в среднем не более одного патогенного микроба на три литра. По-видимому, в верхних слоях микрофлора воздуха обедняется бактериями и обогащается плесневыми и дрожжевыми грибами (*В.Л. Омелянский*) [86].

Не может быть сомнения, что эта микрофлора проникает за

средние пределы пылевой атмосферы (5 км), но число точных наблюдений, здесь, к сожалению, ничтожно. Она может достигать пределов тропосферы (9—13 км), так как сюда достигают наблюдаемые нами на поверхности Земли движения газов — ветры и токи воздуха.

Едва ли эти высокие поднятия над поверхностью Земли имеют какое-нибудь значение в ее истории, так как огромное большинство этих организмов находится в латентном состоянии и они едва заметны в массе — хотя и разреженной — косного газа, среди которого они рассеяны.

118. Неясно, заходят ли за пределы тропосферы животные. Правда, они поднимаются иногда на большие расстояния, выше высочайших горных вершин (всегда лежащих еще в пределах тропосферы), т.е. доходят до ее верхней границы.

Так, по наблюдениям *А. фон Гумбольдта*, кондор в своем полете поднимается до 7 км от земной поверхности; он наблюдал мух на вершине Чимборасо (5882 м).

Эти наблюдения *А. Гумбольдта* и некоторых старых натуралистов отрицались современными орнитологами, изучавшими на проходных станциях перелеты птиц — но новейшие наблюдения *Уолластона* (1923) [87], натуралиста английской экспедиции на Эверест, не оставляют сомнений, что некоторые горные хищники поднимаются или парят около вершин высочайших гор, выше 7 км (7540 м).

По-видимому, это немногие отдельные виды птиц. Вдали от горных вершин и даже в горных областях птицы едва ли долетают до 5 км. Наблюдения летчиков указывают поднятия до 3 километров (для орла).

Бабочки наблюдались на высоте 6,4 км, пауки до 6,7 км, тли — до 8,2 км. Из растений *Arenaria muscosa* и *Delphinium glaciale* на высоте 6,2—6,3 км (*М. Hingston*, 1925) [88].

119. Дальше всего проникает в стратосферу человек, и он несет с собою вполне бессознательно и неизбежно следующие за ним, в нем и на нем самом или в его изделиях формы жизни.

Область проникновения человека все расширяется с развитием воздухоплавания, и пределы ее выходят уже из области жизни, определяемой озоновым покровом.

Выше всего поднимаются шары-зонды, всегда заключающие в своем материале представителей жизни. 17 декабря 1913 г. такой шар-зонд, пущенный в Павии, достиг высоты 37,7 км.

Сам человек в своих аппаратах поднимается выше высочайших гор. Уже в воздушных шарах *Г. Тиссандье* (1875) и *Ж. Глэшер* (1868) почти достигли этого предела, первый достиг до 8,6 км, второй 8,83 км.

С развитием аэропланов высота поднятия достигла пределов стратосферы. Француз *М. Каллизо* и американец *М. Мак-Реди* (1925) достигли 12—12,1 км, и очевидно, эта высота быстро будет превзойдена. Постоянные поселения человека, его деревни встречаются на высоте 5,1—5,2 км (Перу, Тибет), его железные дороги — на высоте 4,77 км (Перу), его возделанные поля — на высоте 4,65 км.

120. Подводя итоги, можно утверждать, что жизнь, проявляющаяся в биосфере, достигает своего земного предела — озонового экрана —

только для редких отдельных своих неделимых. В главной своей массе не только стратосфера, но и верхние слои тропосферы безжизненны.

Нет ни одного организма, который всегда бы жил в воздушной среде. *И лишь тонкий слой атмосферы, исчисляемый десятками метров — обычно много меньше ста метров — может считаться переполненным жизнью.*

Едва ли можно сомневаться, что и это завоевание воздушной среды есть новое явление в геологической истории планеты: оно стало возможным только с развитием сухопутных организмов — сперва растений (в докембрии?), затем насекомых, летающих позвоночных (в палеозое), с мезозоя — птиц. С самых древних периодов есть указания на механические переносы микрофлоры и спор. Но лишь с выявлением культурного человечества живое вещество сделало крупный шаг к завоеванию всей атмосферы.

Атмосфера не является самостоятельной областью жизни. Ее тонкие нижние слои составляют с биологической точки зрения части прилегающих к ним слоев гидросферы и литосферы, причем только в этой последней они входят в сгущения — пленки — жизни (§ 150).

Огромное влияние живого вещества на историю атмосферы, — связано не с непосредственным его нахождением в газовой среде — но с газовым его обменом — с созданием им новых газов, выделяемых в атмосферу, и с их поглощением из атмосферы (ср. § 65, 42).

Живое вещество влияет на химию атмосферы, меняя тонкий прилегающий к земле слой газа или газы, растворенные в природных водах.

Конечный грандиозный результат — охват всей газовой оболочки планеты энергией жизни, повсеместное проникновение газообразных продуктов жизни (прежде всего свободного кислорода) — является, по существу, следствием свойств газообразного вещества, а не свойств живого вещества.

121. Теоретически не менее резкой и ясной, чем верхняя, определяемая озоновым экраном, должна быть и нижняя граница жизни на Земле.

Она должна соответствовать той высокой температуре, при которой организм ни в каком случае не может существовать и развиваться — в зависимости от свойств тех соединений, из которых он составлен.

Температура в 100° С уже несомненно представляет такую преграду. Это температура, которая достигается на глубине 3—3,5 км от земной поверхности, может быть местами даже меньшей, около 2,5 км. *В среднем можно считать, что глубже 3 км от земной поверхности живые существа — в их современном виде — существовать не могут.*

Ниже уровня моря слой в 100° С опускается, так как средняя глубина океана достигает 3,8 км, причем температура дна близка к 0°. Очевидно, в этих точках земной коры предельная для жизни температура не будет встречена в среднем раньше 6,5—7 км, если земной градиент будет одинаков. В действительности повышение темпера-

туры идет здесь быстрее, и едва ли возможный для жизни слой превысит 6 км, считая с уровня океана.

Несомненно, предел в 100° С есть чисто условная граница. На земной поверхности нам известны организмы, размножающиеся при температурах выше 70—80°, но и здесь организмы, приспособившиеся к длительной жизни при 100° С, не встречены.

Таким образом, нижняя граница биосферы в самом крайнем пределе в среднем едва ли превысит 2,5—2,7 км на суше и 5—5,5 км в области океанов.

По-видимому, эта граница должна определяться *температурой*, а не химическим составом, так как отсутствие свободного кислорода не может служить препятствием для жизни. Свободный кислород на суше кончается много раньше, едва ли в среднем идет на несколько сот метров от земной поверхности: здесь глубже 500 м в среднем не могут жить иные организмы, кроме анаэробных бактерий.

122. Но высокая температура глубоких слоев составляет лишь теоретический предел биосферы, так как другие факторы, в своей совокупности, влияют гораздо более могущественно на распространение жизни.

К тому же, как указывалось (§ 101), области планеты, лишённые света, захватываются геологически более молодыми организмами, и этот захват далеко не достиг своего предела.

Мы наблюдаем здесь то же самое явление, какое указано было и для верхней границы — жизнь медленно приближается к своим глубинным пределам в течение геологического времени, но их еще далеко не достигает

Она достигает геосизотермы в 100° еще менее, чем озонового экрана.

Очевидно зеленые организмы, требующие света для своего развития, не могут идти за пределы освещенной Солнцем поверхности планеты.

Ниже всего могут идти только гетеротрофные организмы и автотрофные бактерии.

Жизнь разнo идет вглубь на суше и в океанах.

Животная жизнь в океанах глубже всего проникает в своем рассеянии; это проникновение зависит от рельефа дна.

По-видимому, все же в заметных своих представителях она не идет глубже 7 км. Еще на глубине 6035 м был найден *Hypalaster parviti* — морской еж.

Вероятно плавающие глубоководные формы могут заходить в самые большие океанические глубины¹ — но находки со дна глубже 6,5 км пока неизвестны [89].

Бактерии в рассеянном состоянии проникают всю водную толщу (найлены глубже 5,5 км), концентрируясь в морской грязи. Их присутствие в морской грязи наибольших глубин не доказано, но чрезвычайно вероятно.

¹ Морские глубины достигают почти 10 км. Недавно найдена глубина в 9,95 км около Курильских островов. Раньше наибольшей была глубина у Филиппинских островов — 9,79 км [90].

123. Несравненно менее глубоко проникает жизнь суши, прежде всего потому, что нигде здесь не проникает так глубоко в земную кору свободный кислород.

В океане свободный кислород, в водном газовом растворе, в котором его процентное содержание по отношению к азоту всегда выше, чем то же отношение этих газов в атмосфере, находится в неразрывной связи с наружной атмосферой. Кислород достигает самых больших глубин океана — до 10 км, — и всякое его уменьшение непрерывно — правда с опозданием — пополняется новым его приходом из атмосферы путем растворения и диффузии.

На суше свободный кислород быстро исчезает с глубиной, поглощается организмами или сильно окисляющимися соединениями, главным образом органическими. Исследование вод, приходящих с глубин, близких к 1—2 км, обычно уже не дает в их газах свободного кислорода. Между вадозной водой, содержащей свободный кислород воздуха, и водой фреатической, его лишенной, существует резкий перерыв, до сих пор в точности не выясненный¹.

Свободный кислород проникает обычно всю почву и часть подпочвы. Верхняя граница свободного кислорода в болотистых почвах и болотах ближе к поверхности.

По *М. Гассельману* [91], болотистые почвы наших широт уже на глубине 30 см не должны содержать свободного кислорода. В подпочвах свободный кислород идет на глубину нескольких метров, иногда до 10 м и даже больше, если он не встречает на своем пути препятствий в виде твердых пород, которые поглощают свободный кислород. Следы его могут проникнуть в верхние части этих пород, которые всегда соприкасаются с водой из окружающей их среды.

Свободные пустоты и трещины, доступные проникновению воздуха, в исключительных случаях достигают по вертикальному направлению глубины в несколько сот метров. Глубже всего сейчас идут шахты и буровые скважины — создания человеческой культуры — превышающие 2 км по вертикальному направлению — но их значение в масштабе биосферы ничтожно.

К тому же сведенные к уровню океана такие образования в подавляющем большинстве случаев лежат выше этого уровня. Самые большие низины суши по отношению к этому уровню — дно Байкала (богатое жизнью), настоящего пресного моря — превышают километр (более 1050 м).

Очевидно — даже принимая во внимание анаэробную жизнь — нигде на суше живое не достигает тех глубин планеты, которые ему доступны в гидросфере. А между тем даже те глубины лежат далеко от тепловых пределов теоретического поля жизни.

124. Мы видим, таким образом, что не только количество живого преобладает в гидросфере благодаря тому, что она по размерам своей поверхности является господствующей частью области жизни —

¹ В огромном большинстве случаев указания на свободный кислород зависят от ошибок наблюдения.

но и потому, что жизнь в ней констатирована на всем ее протяжении, в мощном слое до 10 км в пределе, в среднем в слое в 3,8 км. Между тем на суше, площадь которой составляет всего 21% поверхности планеты, область жизни в предельных проявлениях не достигает и 1,5 км ниже земной поверхности, а в среднем образует слой в немного сотен метров. И в этом тонком слое суши, в котором встречаются живые организмы, жизнь лишь в единичных случаях спускается ниже уровня моря.

В планетном масштабе жизнь на суше оканчивается на уровне океана, в гидросфере она охватывает слой на 3,8 км ниже.

ЖИЗНЬ В ГИДРОСФЕРЕ

125. Явления жизни в гидросфере, несмотря на их кажущуюся хаотичность, в действительности представляют неизменные черты, которые выдерживаются в течение всей геологической истории, начиная с археозоя. Мы должны их рассматривать, как постоянные всегда существующие и в сущности неизменные черты механизма всей земной коры, не только биосферы. Они во все геологические периоды удерживаются на *определенных местах гидросферы*, несмотря на вечную изменчивость и жизни, и океана.

Можно характеризовать этот механизм гидросферы одинаковым образом в течение всего геологического времени.

В основу его изучения должна быть положена *густота жизни* — выделение участков, ею обогащенных. В строении океана мы всегда можем выделить такие участки, которые я буду называть *пленками и сгущениями жизни*.

Их можно рассматривать как вторичные подразделения той земной оболочки, которую представляет гидросфера, так как они являются сплошными концентрическими ее участками или могут быть таковыми в некоторые периоды ее геологической истории. *Пленки и сгущения жизни*, очевидно, образуют в океане *области наибольшей трансформации солнечной энергии*. По отношению к ним и в них должны изучаться все явления жизни океана, если мы хотим их охватывать в их проявлении в истории планеты. Только при этом условии можно выяснить геохимический эффект жизни в гидросфере.

Помимо густоты жизни важно установить свойства пленок и сгущений жизни.

1. *По отношению к характеру их зеленого живого вещества и его в них распределению.* Этим путем выделяются области гидросферы, в которых идет создание главной части свободного кислорода планеты.

2. *По отношению к распределению в них во времени и в пространстве создания нового живого вещества гидросферы, т.е. хода в пленках и сгущениях явлений размножения.* Очевидно, это явление может дать количественное представление о закономерном изменении хода в них геохимической энергии, ее темпа.

3. *По отношению к геохимическим процессам в пленках и в сгущениях в связи с историей отдельных химических элементов в земной*

коре. Этим путем вырисовывается отражение живого вещества океана в геохимии планеты. Мы увидим, что химические функции разных пленок и сгущений неизменны, определены и различны.

126. Как уже указано (§ 55), вся поверхность океана сплошь охвачена зеленой жизнью. В этой области идет выработка свободного кислорода, которым — благодаря диффузии и конвекции — охвачена вся масса воды океана, до самых больших глубин, до самого дна.

Взятые в целом, зеленые автотрофные организмы океана сосредоточены в главной своей массе в верхней его части, не глубже 100 м. Глубже 400 м находятся — в общем — только гетеротрофные животные и бактерии.

С одной стороны, вся поверхность океана является областью *растительного, хлорофиллового планктона*; с другой — местами выступают на первое место большие растительные организмы — *морские водоросли и травы*. Они наблюдаются в виде двух: резко различных, хотя часто не разделяемых, типов нахождения. Мощное развитие выявляют водоросли и травы в прибрежных и в мелких, вообще в морских, областях океана (*прибрежные сгущения*). Но местами водоросли образуют плавучие массы в открытом океане, одним из наибольших примеров которых является так называемое Саргассово море в Атлантическом океане, площадь которого превышает 100 000 км² (*саргассовые сгущения*).

Главная масса зеленой жизни выражена в форме микроскопических одноклеточных организмов, сосредоточенных в наибольшей своей части на поверхности океана, в планктоне.

Это должно являться следствием их большой быстроты размножения. Наблюдаемое размножение планктона отвечает величине v , равной 250—275 см/с (эта величина может достигать тысяч сантиметров в секунду), — между тем как для прибрежных водорослей эта величина достигает всего 1,5—2,5 см (может достигать немногих десятков сантиметров). Если бы захват поверхности океана, захват, отвечающий ее лучистой энергии, зависел бы только от скорости v , то планктон должен был бы занимать поверхность моря раз в сто большую, чем большие водоросли. *К порядку этой величины действительно приближается наблюдаемое распределение этих разных аппаратов образования свободного кислорода.* Прибрежные водоросли могут встречаться только в более мелких участках океана¹ — в областях морей. Площадь "морей"² по Ю. Шокальскому (1917) [92] не превышает 8% поверхности океана; но лишь очень небольшая их часть занята максимум больших водорослей и трав. Очевидно, что 8% представляют максимальный недостижимый предел для прибрежных водорослей. Плавающие саргассовые выделения водорослей играют еще меньшую роль. Самое большое их скопление — Саргассово море — отвечает 0,02% поверхности океана.

127. Зеленая жизнь — редко видная в океане — далеко не охва-

¹ В том случае, когда большие глубины подходят к берегу, слой водорослей занимает очень малую площадь.

² Т.е. глубин ниже 1000—1200 м, сюда входят и мели.

тывает всего проявления жизни в гидросфере. Для гидросферы чрезвычайно характерно мощное развитие гетеротрофной жизни, совершенно необычное для нас на суше. Едва ли будет ошибочным то общее впечатление, которое получается при созерцании жизни океана, что по массе захваченной жизнью материи животные, а не растения занимают господствующее положение и кладут печать на все проявления сосредоточенной в нем живой природы.

Но вся эта животная жизнь может существовать только при наличии растительной жизни. Она в своем распределении теснейшим образом связана с распределением зеленой растительной жизни и с последствиями нахождения этой последней.

Тесная связь — по условиям питания и дыхания — разных представителей жизни как раз и вызывает образование в океане скоплений организмов, характеризующих его *пленок и сгущений жизни*.

128. Живое вещество составляет в общей массе океана небольшую процентную ее часть. Можно сказать, что обычно морская вода безжизненна. Даже бактерии — как автотрофные (§ 96), так и гетеротрофные — в ней зсуду рассеянные, составляют ничтожные доли ее веса.

Бóльшие количества живых организмов наблюдаются только в пленках и в сгущениях; здесь, и то местами, они могут составлять несколько процентов по весу морской воды. Обычно в "живых" пленках и в сгущениях весовой процент их содержания *больше одного*, может быть равен нескольким единицам.

Такие скопления жизни являюся областями мощной химической активности.

Жизнь находится в вечном движении, однако в результате бесчисленных ее изменений образуются в гидросфере *неподвижные* или почти неподвижные места скоплений, *статические равновесия*. Они также постоянны и также характерны для океана, как характерны для него морские течения.

Остановливаясь только на самых общих крупных чертах распределения жизни в океане, можно в нем выделить всего *четыре статических скопления жизни*: две пленки — планктон и донную и два сгущения — прибрежное (морское) и саргассовое.

129. Основной, наиболее характерной формой концентрации жизни является *верхняя тонкая живая пленка планктона, богатого зеленой жизнью*. В общем она может быть рассматриваема, как покрывающая всю поверхность океана.

В планктоне преобладают временами зеленый растительный мир — но роль гетеротрофных животных организмов, обусловленных в своем бытии зеленым планктоном, является по своему конечному проявлению в химии планеты, может быть, не меньшей. Фитопланктон всегда одноклеточный, но в животном огромную роль играют *Metazoa*. *Metazoa* господствуют иногда в такой степени, в какой мы нигде этого не видим на суше.

Так, в планктоне океана временами в преобладающем количестве над другими живыми веществами наблюдаются яйца и молоки *рыб*, ракообразные, черви, морские звезды и т.п. В общем, для микроско-

пического зеленого фитопланктона в среднем по *M. Hjort*'у [93] количество неделимых в кубическом сантиметре колеблется от 3 до 15; это число — для всего микропланктона — в предельных числах поднимается до сотен в микроскопических неделимых (*Аллен*, 1919) [94]. Число клеток фитопланктона обычно меньше числа неделимых животных (гетеротрофных) организмов. В эти числа не входят ни бактерии, ни наннопланктон. В конце концов таким образом надо признать, что в планктонной пленке количество микроскопических *неделимых* — независимых центров передачи геохимической энергии (§ 48) — должно исчисляться сотнями может быть, тысячами, $1/1 \text{ см}^3$. По весу это рассеянное живое вещество составляет не меньше 10^{-4} — $10^{-3}\%$ всей массы океанической воды (вероятно, еще значительно больше).

Мощность этого слоя, большей частью находящегося на глубине 20—50 м, не превышает немногих десятков метров. Временами планктон поднимается к водной поверхности или опускается вниз. От этой тонкой пленки планктона количество неделимых и взвеш, и особенно вниз быстро уменьшается. Глубже 400 м обычно неделимые планктона являются чрезвычайно рассеянными.

Таким образом, в общей массе воды океана, средняя мощность которой равна 3,8 км, а наибольшая глубина доходит до 10 км, живые организмы образуют тончайшую пленку, в среднем составляющую $n \cdot 10^{-2}$ часть всей мощности гидросферы. *В химизме океана эта его часть может рассматриваться как активная, а остальная масса воды как биохимически слабо деятельная.*

Ясно, что планктонная пленка является важной частью механизма биосферы, несмотря на свою тонину, подобно тому как важной частью является озоновый экран с ничтожным процентом озона.

Ее площадь равняется сотням миллионов квадратных километров, а вес должен выражаться числами порядка 10^{15} — 10^{16} тонн.

130. Другое сгущение — *донная живая пленка* — наблюдается в морской грязи и в донном слое воды, ее проникающем и к ней прилежащем.

Этот тонкий слой по размерам и объему подобен планктонной пленке, по весу же должен быть значительно больше ее.

Донная пленка резко распадается на две части. Из них одна — *верхняя* — пелоген¹ находится в области *свободного кислорода* — на ней развивается богатая животная жизнь, в которой большую роль играют Metazoa; здесь мы наблюдаем сложнейшие соотношения между организмами биоценоза, количественная сторона которых только что еще начинает изучаться.

Местами эта фауна достигает огромного развития. Как уже указывалось, этим путем получают скопления на гектаре живого вещества — для Metazoa бентоса — одного порядка с скоплениями сухопутных растительных Metaphyta при наилучших их урожаях (§ 58).

Эти богатые жизнью грязи и связанный с ними бентос, несомненно,

¹ Употребляю здесь выражение, принятое лимнологами. Оно предложено М. М. Соловьевым.

представляют яркие сгущения живого вещества до глубин, равных 5 км и может быть глубже. Только для самых больших глубин есть указания на исчезновение в них животных бентоса, глубже 7 км, и на их значительное уменьшение в числе особей с 4—6 км.

Ниже бентоса дна лежит слой *гязи дна*, составляющий нижнюю часть донной пленки. В нем в огромном количестве преобладают протисты, господствующую роль играют бактерии с их огромной геохимической энергией. Только тонкая, в немногих миллиметров мощностю верхняя часть ее содержит свободный кислород; ниже лежит мощный слой гязи, переполненный анаэробными бактериями, прерываемый бесчисленными и разнообразными роющими животными.

Здесь все химические реакции идут в резко восстановительной среде. В химии биосферы значение этого тонкого слоя огромно (§ 144). Мощностю донной пленки, считая и слой гязи, едва ли превышает 100 м; может быть, однако, она более мощна, например, в тех глубинных частях океана, где развиваются такие организмы, как морские лилии, значение которых в химических процессах Земли, по-видимому, очень велико. К сожалению, можно сейчас только условно определить толщину данной концентрации жизни в 10—60 м в среднем.

131. Планктон и донная пленка охватывают всю гидросферу. Если поверхность планктона может быть в общем близка к поверхности океана, т.е. равна $3,6 \times 10^8$ км², то поверхность донной пленки должна значительно превышать ее, так как она следует всей сложности и всем неправильностям рельефа океанического дна.

К этим двум объемлющим гидросферу пленкам присоединяются местами два других сгущения, тесно связанных в своем существовании с богатой свободным кислородом поверхностью планеты, переполненные зеленою жизнью, неотделимые от планктона *сгущения жизни* — *прибрежные и саргассовые*.

Прибрежные сгущения иногда охватывают всю толщину воды, вплоть до донной пленки, так как они приурочены к более мелким участкам гидросферы.

Площадь их, в общем, ни в коем случае не превышает значительно 0,1 площади океана. Мощностю их достигает сотен метров, в среднем вероятно местами доходит до 500 м, может быть, доходит до километра. Кое-где они соединяются в одну толщину с планктонной и донной пленками.

Прибрежные усиления жизни всегда связаны с более мелкими частями океана, с морями и с прибрежными его областями. Они связаны с проникновением световых и тепловых излучений Солнца, с разрушением континентов и приносом их реками богатых органическими остатками водных растворов и взмученной пыли суши. Общее количество этой жизни неизбежно должно быть меньше той, которая связана с планктонной или донной пленками, так как глубины ниже одного километра немногие превышают — если превышают — десятую часть океанической площади.

Частью это леса водорослей и морских трав, частью скопления моллюсков, постройки кораллов, известковых водорослей, мшанок.

132. Особое место, по-видимому, занимают *саргассовые сгущения* жизни, мало обращающие на себя внимание и разно объясняемые.

Они отличаются от планктонных сгущений характером фауны и флоры, а от прибрежных тем, что независимы в своем существовании от разрушения континентов и от приносимых реками созданий жизни суши. В отличие от прибрежных сгущений, саргассовые являются *океаническими сгущениями* и наблюдаются на поверхности *глубоких частей океана*, вне всякой связи с бентосом и с донной пленкой.

Долгое время их рассматривали, как вторичные образования, приносы ветрами и морскими течениями оторвавшихся частей прибрежных сгущений жизни. Постоянные, неизменные места их нахождения в океане казались следствием распределения ветров и течений — местами затишья, затонов.

Эти взгляды еще часто встречаются в научной литературе, но они резко противоречат фактам, по крайней мере для наиболее изученного и для наибольшего по размерам Саргассового моря Атлантического океана.

Мы встречаем в нем свою особую фауну и флору, указывающую на происхождение некоторых ее представителей из бентоса прибрежных областей. Очень возможно, что прав *Л. Жермен* (1924) [95], связывающий ее происхождение с медленным приспособлением этой фауны и флоры к новым условиям с эволюцией прибрежного живого вещества — в связи с медленным опусканием в течение хода геологического времени бывшего на месте Саргассового моря исчезнувшего континента или сети островов.

Можно ли или нельзя применить это объяснение ко всем другим — многочисленным — сгущениям жизни этого рода, покажет будущее. Но факт остается — нахождение типа сгущений жизни, богатой крупными растительными организмами, переполненной особыми животными формами, отличного от пленок планктонной и донной и от прибрежных сгущений. Их точный учет не сделан — но, по-видимому, площадь океана, ими обнимаемая, не велика, несравненно меньше площади прибрежных сгущений.

133. Из этого ясно, что едва ли 2% общей массы Океана заняты сгущениями жизни. Вся остальная его масса содержит *жизнь рассеянную*.

Несомненно, влияние этих сгущений и пленок жизни сильно сказывается во всей толще океана — сказывается, в частности, и в ее химическом составе, и в ее химических процессах, и в ее газовом режиме — но находящиеся в этой толще, в промежуточных слоях организмы не вносят существенных изменений даже в количественный учет явления.

Поэтому во всем нашем дальнейшем учете значения жизни в биосфере мы можем оставить в стороне главную массу воды океана и принимать во внимание только четыре области сгущений: планктонную и донную пленки, прибрежные и саргассовые сгущения.

134. Во всех этих биоценозах *размножение* идет с перерывами во времени, с определенным ритмом. Ритм размножения отвечает

ритму геохимической работы живого вещества. Ритм размножения пленок и сгущений определяет изменения его геохимической работы для всей планеты.

Как уже указывалось, характернейшей формой обеих океанических пленок живого вещества является преобладание в их массе протистов, организмов наиболее мелких, с максимальной быстротой размножения; едва ли когда скорость передачи жизни — величина v — в благоприятных — нормальных — условиях их существования может быть для них меньше 1000 см/с (§ 38). В связи с этим это тела с наибольшей интенсивностью газового обмена, всегда пропорционального их поверхности, и проявляющие на гектаре максимальную кинетическую геохимическую энергию (§ 41), т.е. способные в данный срок времени дать наибольшее скопление живого вещества на гектаре и достигающие наиболее быстро предела плодородия.

По-видимому, эти быстро размножающиеся протисты различны в планктонной и в донной пленках. В донной преобладают бактерии, переполняющие огромные массы скопляющихся там неразложившихся остатков более крупных организмов. В планктонной пленке, по массе охваченного ими вещества, они отходят на второе место, и на первое место выступают зеленые протисты и Protozoa.

135. Protozoa планктона не являются главной составной частью животной жизни планктона; среди животных преобладают Metazoa — ракообразные, первые стадии — яйца, мальки рыб и т.п.

Темп размножения Metazoa всегда медленнее размножения Protozoa. В иных случаях скорость передачи жизни для них исчисляется в долях сантиметра в секунду. Для океанических рыб и для ракообразных планктона величина v не падает, по-видимому, ниже немногих десятков сантиметров в секунду.

Огромное количество Metazoa, нередко в виде больших форм, является характерной чертой строения донной пленки. Их размножение идет временами еще более медленным темпом, чем мелких организмов планктона.

Возможно, что здесь наблюдаются организмы с очень малой скоростью размножения.

Metazoa и Metaphyta характеризуют саргассовые и прибрежные сгущения; здесь протисты всякого рода в конце концов явно занимают второе место, и не они определяют темп геохимических процессов этих биоценозов.

В этих областях — особенно в прибрежных сгущениях — по мере углубления, Metazoa начинают преобладать и в конце концов являются основными проявителями жизни. То значение, какое они могут иметь, ясно для нас, например, в зарослях кораллов, гидроидов, криноидей или мшанок.

136. Ход размножения — правильности его ритма — далеко не охвачены нашей научной мыслью.

Мы знаем только, что размножение не идет непрерывно и что в окружающем нас мире есть очень определенное, повторяющееся в тесной зависимости от астрономических явлений чередование картины этих явлений.

Оно зависит от солнечного освещения, от солнечного нагревания, от количества жизни, от характера среды.

Увеличение размножения определенных организмов связано с увеличением движения тех атомов, которые необходимы для их жизни в тем большей степени, чем в большем количестве данные атомы входят в состав организма. Уменьшение размножения вызывает обратный процесс.

Сейчас наиболее ясна нам картина этого явления для планктонной пленки.

137. Для нее изменения размножения всегда ритмические. Они отвечают из года в год повторяющимся колебаниям среды жизни. Они находятся в теснейшей зависимости от ритмических движений океана. Эти движения океана — движения приливов и отливов, температуры, солёности, интенсивности испарения, освещения — все космического происхождения.

В связи с ними и в известный момент весенних месяцев по всему морю разносится волна создания органического вещества в виде новых неделимых. Волна эта замирает в летние месяцы. Эта волна выявляется в ежегодном приплоде почти всех высших животных, и она отражается на составе планктона. "С совершенством той же неизбежностью, с какой приближается весеннее равноденствие и повышается температура, с такой же точностью масса планктонных животных и растений, обитающих в единице объема морской воды, достигает своего годового максимума и затем вновь понижается" (Д. Джонстон, 1911) [96]. Картина, нарисованная *Джонстоном*, касается наших широт, но она, по существу, правильна для всего океана и меняется лишь в формах своего выражения.

Планктон — это биоценоз. Все организмы, из которых он состоит, тесно связаны в своем существовании одни с другими. Первенство часто наблюдается за ракообразными (Copepoda), которые питаются диатомеями, иногда и за диатомеями, как, например, в северной части Атлантического океана.

Правильный ритм наблюдается из года в год в северо-восточных морях Европы, которые хорошо изучены. В период с февраля до июня (для большинства рыб в марте—апреле) планктон переполнен рыбьей икрой. Весной, после марта, в нем кишат кремнистые диатомовые: *Biddulphia*, *Coscinodiscus* и позднее — некоторые виды диофлагеллат. К лету количество диатомовых и пиридиней уменьшается, и на смену им приходят Copepoda и другие представители зоопланктона.

Осенью, в сентябре—октябре, наблюдается новый расцвет фитопланктона — диатомовых и пиридиней, но менее интенсивный.

Декабрь и, особенно, январь характерны обеднением жизни, замедлением размножения.

В наших широтах в феврале—июне, для большинства рыб в марте—апреле, планктон переполняется яйцами рыб. Весной — например, в Северном море — в нем кишат кремнистые диатомовые *Biddulphia*, *Coscinodiscus*, летом — *Rhizosolenia*, осенью другие диатомовые и пиридиней. Первые два месяца года — январь и февраль — характерны обеднением жизни — замедлением размножения.

Смена темпа размножения — характерная и постоянная, различная для каждого организма — повторяется для каждого года с неизменной точностью, как повторяются все явления, связанные с космическими причинами.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ СГУЩЕНИЙ ЖИЗНИ И ЖИВЫХ ПЛЕНОК ГИДРОСФЕРЫ

138. Геохимический ход размножения выражается в ритмичности земных химических процессов. Каждая живая пленка и каждое сгущение жизни есть область создания определенных химических продуктов.

Несомненно является чрезвычайно характерным для всего живого, что химические элементы, раз попавшие в его циклы, почти из них не выходят, в них остаются вечно. Все же небольшая часть их всегда при этом выделяется в виде новых вадозных минералов и именно она представляется нам в виде созданий химии моря. Темп размножения отражается на их выделении.

Живая планктонная пленка есть главная область выделения *самородного кислорода*, создаваемого жизнью зеленых организмов; в ней сосредоточиваются соединения *азота*, значение которых огромно в земной химии этого элемента; она является центром создания *органических соединений* океанической воды. Несколько раз в течение года здесь собирается *кальций* в виде карбонатов и *кремний* в виде опалов, и в конце концов они — падая на дно — накапливаются в донной пленке. Мы видим результаты этой работы, геологически накопленной в мощных отложениях осадочных пород — в части материала меловых пород (водоросли наннопланктона, корненожки) и кремнистых отложений (диатомовые и радиолярии).

139. Близки к живой планктонной пленке по своим химическим продуктам *саргассовые и часть прибрежные сгущения*. Они также характерны для создания *свободного кислорода*, кислородных соединений *азота*, кислородных и азотных соединений *углерода*, соединений *кальция*.

По-видимому, в этих местах нередко наблюдается концентрация *магния*, входящего в меньшей, чем кальций, но все же в яркой и заметной степени в состав твердых частей организмов и непосредственно переходящего этим путем в состав вадозных минералов.

Гораздо менее, чем планктонная пленка, важны эти скопления жизни в истории *кремния*, хотя и здесь его круговорот через живое вещество очень интенсивен.

140. В истории всех химических элементов в областях скоплений жизни имеет значение двойного рода процесс — во-первых, *прохождение* данных химических элементов через живое вещество, и во-вторых, *выделение* их — уход из живого вещества — в форме вадозных соединений.

В общем, выделение этих тел в течение короткого — например годового — цикла жизни не заметно, так как количество выходящих из жизненного круговорота в этот промежуток времени элементов

ничтожно. Оно становится заметным лишь в долгие промежутки времени, даже не исторические — но геологические. Этим путем создаются в земной коре массы косного твердого вещества, во множество раз превышающие вес живого вещества, в данную минуту существующего на планете.

В этом отношении наблюдается большое различие между живой планктонной пленкой и прибрежными сгущениями жизни¹. В этих последних выходят из цикла жизни значительно большие количества химических элементов, чем в планктонной пленке, и благодаря этому они оставляют больший след в строении земной коры.

Эти явления наблюдаются особенно интенсивно в нижних слоях прибрежных сгущений, около донной живой пленки, и в их частях, прилегающих или внедряющихся в сушу. В этом последнем случае характерно выделение твердых органических соединений *углерода и азота* и испарение газообразного сероводорода, связанное с уходом *серы* из данного участка земной коры. Этим биохимическим путем исчезают сульфаты из образующихся по краям морских бассейнов соляных озер и заливов.

141. Для прибрежных сгущений нет той резкой границы между химическими реакциями дна и поверхности моря, которая так ярка в открытом океане, где обе эти живые химически активные пленки отделены друг от друга огромной толщей в несколько километров мощностью, химически инертной воды.

В прибрежных сгущениях границы между пленками гидросферы вообще сближаются, а в мелких морях и вблизи берегов исчезают.

В этом последнем случае сливается действие всех скоплений жизни, и наблюдаются области особенно интенсивной биохимической работы разного типа.

Донная пленка есть всегда область интенсивного проявления химической работы жизни. На первое место выступают концентрации организмов, обладающих наибольшей геохимической энергией — бактерий. Здесь вместе с тем резко меняются химические условия обычной среды, так как благодаря нахождению больших количеств жадно поглощающих свободный кислород соединений, большей частью продуктов жизни, и медленной замене свободного кислорода, идущего с поверхности океана, в донной пленке господствует — в морской грязи — *восстановительная среда*. Здесь царство анаэробных бактерий. Только тонкий слой ее в несколько миллиметров мощностью, пелоген, представляет область интенсивных биохимических окислительных процессов, дающих начало *нитратам и сульфатам*. Он отделяет верхнее население донных сгущений жизни, подобное по химическим своим проявлениям прибрежным сгущениям, от неизвестной в других местах в биосфере восстановительной среды донной грязи.

В действительности здесь, благодаря непрерывному перемешиванию грязи роющими животными, постоянно нарушается равно-

¹ Явления в саргассовых сгущениях нам сейчас точно не известны.

весие между окислительной и восстановительной средой — биохимические и химические реакции идут в обе стороны, усиливая создание нестойких, богатых свободной химической энергией, тел.

Вместе с тем характерной особенностью донных сгущений является постоянное отложение в них гниющих остатков погибших организмов, падающих неустанно на дно с планктонной, саргассовой, прибрежных пленок, с промежуточных слоев морей и океана.

Эти остатки организмов переполнены бактериями, главным образом анаэробными, и еще более увеличивают восстановительный химический характер среды этих концентраций жизни.

142. Донные концентрации жизни в связи с характером их живой материи играют совершенно особую роль в биосфере и имеют огромное значение в создании ее косной материи. Ибо главные продукты их биохимических процессов, здесь образующиеся, являются в анаэробных условиях твердыми телами или телами коллоидальными, с ходом времени в значительной мере переходящими в твердые. В этих областях существуют все условия для их сохранения, так как здесь организмы по отмирании и их остатки очень быстро выходят из обычных биохимических условий тления и гниения, из условий того процесса, который в среде, содержащей кислород, в конце концов переводит значительную часть их вещества в газообразные продукты; они не окисляются (не "сгорают").

Уже на небольшой глубине в морской грязи прекращается не только аэробная, но и анаэробная жизнь. По мере падения сверху остатков жизни и взмученных частей косной материи — нижние слои морской грязи становятся безжизненными, и образованные жизнью химические тела не успевают перейти в газообразные продукты или войти в новые живые вещества. Живой слой грязи никогда не превышает немногих метров, между тем как он непрерывно растет с поверхности. Снизу он неустанно замирает.

"Исчезание" остатков организмов, переход их в газы, есть всегда процесс биохимический. В слоях, лишенных жизни, остатки организмов медленно меняются, переходят в течение геологического времени в вадозные твердые и коллоидальные минералы.

Продукты такого происхождения окружают нас всюду и измененные химическими процессами с ходом времени — в форме осадочных пород — составляют поверхность планеты в несколько километров средней мощности. Они постепенно переходят в метаморфические породы, еще больше изменяются и, попадая в области высокой температуры в магматическую оболочку Земли, входят в состав массивных, гипабиссальных пород — фреатических и ювенильных тел, вновь вступающих в биосферу с ходом времени под влиянием той энергии, проявлением которой является высокая температура этих слоев (§ 77, 78).

Они вносят в эти области планеты ту свободную, превращенную жизнь в химическую, энергию, которую зеленый организм получил некогда в биосфере в форме космических излучений, солнечных лучей.

143. Поэтому живые донные пленки, в связи с прилегающими

к ним прибрежными скоплениями жизни, заслуживают особого внимания при учете химической работы живого вещества на нашей планете.

Они образуют мощные химически активные участки земной коры, действующие медленно, но в общем одинаково в течение всего геологического времени.

Распределение моря и суши на земной поверхности дает понятие об их перемещении на ней во времени и месте.

Геохимическое значение донных, живых пленок велико как для их окислительной верхней части (главным образом, бентос), так и для их нижних восстановительных слоев.

Оно еще более увеличивается в тех частях, где они сливаются с прибрежными сгущениями жизни, и где к обычным для них продуктам прибавляются (выше 400 м — § 55) свободный кислород и биохимические продукты, связанные с ним и с работой зеленой жизни.

В главной своей части окислительная среда донной пленки резко сказывается в истории многих химических элементов, не только *кислорода, азота или углерода*.

Прежде всего она совершенно меняет историю *кальция* на Земле. Очень характерно, что кальций из всех металлов является господствующим в живом веществе. В валовом составе живого вещества он превышает 1% по весу, а в очень многих организмах, главным образом морских, его количество превышает 10 и даже 20%. Этим путем, деятельностью живого вещества, кальций в биосфере отделяется от натрия, магния, калия, железа, с которыми он связан в косной материи земной коры в общих молекулах и с которыми он сравним по своей распространенности. Кальций жизненными процессами организмов переводится в карбонаты, сложные фосфаты, значительно реже — в кальциевые оксалаты. Кальций уже в организмах приводится в форму карбонатов и сложных фосфатов, в виде нескольких измененных форм которых он сохраняется, и в вадозных минералах биохимического происхождения.

Океан, главным образом его области донных и прибрежных сгущений жизни, является тем механизмом, который создает кальциевые покровы планеты, отсутствующие в ювенильных силикатовых массах ее коры и глубоких фреатических областях.

Ежегодно в океане откладывается не меньше $6 \cdot 10^{14}$ г кальция в виде карбонатов. Не меньше 10^{18} — 10^{19} г кальция находится в непрерывном круговороте в живом веществе; это составляет уже заметную часть всего кальция земной коры (около $7 \cdot 10^{23}$ г) и очень значительную часть кальция биосферы. Кальций концентрируется не только организмами бентоса, обладающими значительной скоростью передачи жизни, — моллюсками, криноидеями, морскими звездами, водорослями, кораллами, гидроидами и другими; он собирается протистами морской грязи, еще больше — планктона, в том числе наннопланктона, и бактериями, обладающими максимальной для живого вещества кинетической геохимической энергией.

Путем выделения соединений кальция, образующих целые горы, участки в миллионы кубических километров объемом, солнечная энер-

гия жизнедеятельностью организмов определяет химию земной коры не меньше, чем разложением углекислоты и воды и созданием этим путем органических соединений и свободного кислорода.

Кальций выделяется главным образом, в виде карбонатов, частью в виде фосфатов. Он приносится в Океан реками с суши, где главная его часть тоже пршла, в другой форме, через наземную жизнь (§156).

144. Помимо кальция эти области скоплений жизни аналогичным образом влияют на историю в земной коре других распространенных элементов, несомненно *кремния, алюминия, железа, марганца, магния, фосфора*.

Многое еще нам неясно в этих сложных природных явлениях, но общий результат — огромное значение этой живой пленки в геохимической истории указанных элементов — является несомненным.

В истории *кремния* влияние донной пленки сказывается в образовании отложений остатков кремневых организмов, частью планктонных, частью донных — радиолярий, диатомовых, морских губок. В результате образуются самые большие нам известные скопления свободного кремнезема — в сотни тысяч кубических километров объемом. Этот свободный кремнезем, инертный и малоизменчивый в биосфере, является в метаморфической и магматической оболочках Земли — благодаря своему химическому характеру свободного кислотного ангидрида — интенсивным химическим фактором, носителем свободной химической энергии.

Едва ли можно сомневаться и в другой биохимической реакции, здесь идущей, общее значение которой мы сейчас еще не можем уяснить. Это разложение диатомовыми и, может быть, бактериями алюмосиликатов каолинового строения, ведущее, с одной стороны, к образованию указанных выше отложений свободного кремнезема, а с другой — к выделению *гидратов окиси алюминия*. Этот процесс идет, по-видимому, не только в грязи, но, судя по опытам *Ж. Меррея* и *Ф. Ирвина* [97], и в взмученной глинистой мути морской воды, которая сама является результатом биохимических процессов выветривания косной материи суши.

145. По-видимому, не меньше значение этих областей и связанных с ними биохимических реакций в истории *железа и марганца*. Несомненен результат этих реакций: образование в земной коре самых больших скоплений этих элементов, нам в земной коре известных. Таковы молодые третичные железные руды Керчи, мезозойские — Эльзас-Лотарингии. Это доказано новыми работами русских ученых (*Б.В. Перфильева, В.С. Буткевича, Б.Л. Исаченко, 1926—1927*) [98]. Эти бурые железняки и богатые железом хлориты, по-видимому, несомненно, выделились в теснейшей связи с остатками организмов, но механизм процесса нам неясен. Вероятно, мы имеем здесь дело с бактериальным процессом, по крайней мере отчасти.

На всем протяжении геологической истории, начиная с архейской эры, наблюдается повторение тех же процессов. Так образовались, например, величайшие древнейшие скопления железа в железных рудах Миннесоты.

Тот же характер имеют многочисленные руды марганца — и его величайшие скопления в Закавказье в Кутаисской губернии. Есть переходы между железными и марганцовыми рудами, и идут и сейчас на значительных протяжениях морского дна аналогичные их выделения, биохимическое бактериальное происхождение которых является чрезвычайно вероятным, если не может считаться доказанным.

146. Тот же самый характер носят выделения соединений *фосфора*, выпадающие и ныне на морском дне при условиях, для нас не вполне ясных.

Связь их с явлениями жизни, с биохимическими процессами несомненна, но механизм процесса точно не известен.

Несомненно фосфор таких фосфоритовых залежей, главным образом конкреционных образований, известных на всем протяжении геологической истории по крайней мере с кембрия — органического происхождения. Несомненно, везде он здесь связан с морскими донными сгущениями жизни. В них же — в несравненно меньших размерах — фосфоритные конкреции образуются и сейчас кое-где (у Южной Африки, например) на морском дне. Несомненно, часть этого фосфора уже была концентрирована в виде фосфатов организмами при их жизни в виде богатых им частей их тела.

Обычно, однако, фосфор организмов, столь необходимый для живого не выходит из жизненного круговорота. Условия его выхода из цикла жизни нам неясны, причем все указывает на то, что наряду с фосфором скелетов (твердых соединений кальция) в конкреции переходит и фосфор коллоидальных органических соединений и фосфаты растворов организма.

Этот выход совершается при особых условиях гибели богатых фосфорсодержащими скелетами организмов, делающих невозможными обычные процессы изменения их тел и создающих благоприятную среду для жизнедеятельности особых бактерий.

Несомненен во всяком случае факт биогенного происхождения этих образований, их постоянной теснейшей связи с живой донной пленкой и постоянного повторения аналогичных явлений в течение всего геологического времени.

Этим путем собираются самые большие концентрации фосфора, нам известные, вроде тех, какие проявляют нам третичные фосфориты Северной Африки или юго-восточных штатов Северной Америки.

147. Несомненно, наши знания о химической работе живого вещества этой пленки все еще не полны. Ясно, что ее роль значительна в истории *магния*, в истории *бария* и, должно быть, других химических элементов, как, например, *ванадия*, *стронция* или *урана*. Здесь мы находимся перед большой, еще мало затронутой точным знанием областью явлений.

Еще больше неясностей и загадок представляет другая область *донной пленки* — лишенная кислорода нижняя ее часть. Это область анаэробной бактериальной жизни и физико-химических явлений, связанных с проникающими ее органическими соединениями. Эти соединения были созданы в другой химической среде особыми, чуж-

дыми в обычной жизненной среде, богатой кислородом, живыми организмами.

Хотя процессы, здесь происходящие, в значительной степени остаются для нас темными, и по отношению к целому ряду вопросов, с ними связанных, мы вынуждены делать гипотезы, мы не можем оставлять их без внимания и должны их учитывать при оценке роли живого в механизме земной коры.

Ибо два эмпирических обобщения *несомненны*: 1) несомненно значение этих грязевых отложений, богатых остатками организмов, в истории *серы, железа, меди, свинца, серебра, никеля, ванадия*, по-видимому, *кобальта*, может быть, других более редких металлов и 2) несомненна повторяемость этого явления в разные геологические эпохи, указывающие на связь его с определенными физико-географическими условиями замирания морских бассейнов и с их биологическими характером.

148. Для *серы* несомненно непосредственное участие в ее выделении особых живых организмов — бактерий, выделяющих сероводород, разлагающих сульфаты или сложные, содержащие серу органические соединения. Выделяемый при этом сероводород вступает в многочисленные химические реакции и дает сернистые металлы. Это биохимическое выделение сероводорода является характерным явлением этой области и наблюдается непрерывно всюду в морской грязи, причем в наружных частях ее он быстро биохимически окисляется вновь в сульфаты.

Биохимический характер выделения соединений других металлов неясен. Многое указывает, что железо, медь, ванадий — а может быть, и другие находящиеся здесь и соединяющиеся с серой металлы — получаются разрушением организмов, ими богатых. С другой стороны, очень вероятно, что органические вещества морской грязи обладают способностью задерживать металлы, осаждают их из слабых растворов, причем сами металлы могут не иметь никакого прямого отношения к живому веществу.

Но и в том, и в другом случае этого выделения металлов не было бы если бы не было остатков жизни, т.е. если бы морская грязь не являлась бы — в своей органической составной части — продуктом живого вещества.

Мы наблюдаем сейчас такие процессы в большом масштабе в Черном море (выпадение сернистого железа), в малом — во множестве мест. Их широкое развитие в другие геологические периоды может быть прослежено во множестве случаев. В пермский и в триасовый периоды в области Евразии были выделены этим путем из растворов или из живого вещества огромные количества меди.

149. Из всего вышеизложенного ясно, что во все геологические периоды существовало то же самое распределение жизни в гидросфере и сказывалось то же самое неизменное ее проявление в химии планеты. Те же самые живые пленки — планктонная и донная — и те же сгущения жизни (по крайней мере, прибрежное) существовали во все геологические периоды, являлись частью одного и того же непре-

ривно существовавшего все эти сотни миллионов лет биохимического аппарата.

Все время происходившие перемещения суши и моря вызывали смещения на поверхности планеты одних и тех же химически активных областей, образованных живым веществом — живых пленок и сгущений гидросферы. Они этим путем переходили — как пятна лика планеты — с одного места на другое.

Нигде мы не видим при изучении древних геологических отложений указаний на изменение такого строения гидросферы или его химических проявлений.

А между тем морфологически за этот ход времени живой мир изменился до неузнаваемости. Очевидно, это его изменение заметно не отражалось ни на количестве живого вещества, ни на его среднем валовом составе: морфологическое изменение шло в известных рамках, не нарушавших проявления жизни в химической картине планеты.

И это несмотря на то, что морфологические изменения, несомненно, были связаны с большими — в масштабе организма — нарушениями химического характера как по отношению к индивидууму, так и по отношению к виду. Создавались новые химические соединения, исчезали старые (с вымиранием видов) — но это не отражалось заметно на геохимическом эффекте жизни при ее изучении как планетного явления. В этом масштабе незаметно даже такое несомненно огромное химическое изменение в истории кальция, фосфора, может быть магния, как создание скелета Metazoa. Очень вероятно, что в допалеозойское время организмы были лишены этого скелета; эта гипотеза, которая многими считается установленным эмпирическим обобщением, действительно многое объясняет в палеонтологической истории органического мира.

Для того чтобы это явление не отразилось на геохимической истории фосфора, кальция, магния, необходимо допустить, что до создания скелетных Metazoa выделение схожих соединений этих элементов шло в том же масштабе жизнедеятельностью протистов, между прочим бактерий; такое выделение длится еще и до сих пор, но раньше оно должно было играть еще большую и исключительную роль.

Если эти два явления, которые с точки зрения геологического времени различны, вызывают биогенную миграцию одних и тех же атомов, то морфологические изменения, хотя бы и очень значительные, могут не оказать нового влияния на геохимическую историю этих элементов. Все указывает на то, что, действительно, такое положение вещей имело место в геологической истории Земли.

ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО СУШИ

150. Совершенно иную картину, чем гидросфера, представляет суша. По существу, мы имеем здесь одну живую пленку, которую представляют почва и населяющая ее фауна и флора.

Однако среди этой единой, переполненной жизнью пленки необходимо выделить на земной поверхности еще водные сгущения жи-

вого вещества — *водные вместилища*; которые и с биохимической, и даже с чисто биологической точки зрения резко отличны от суши; геологический же их эффект явно совершенно иной.

Жизнь покрывает сушу почти сплошной пленкой; мы находим ее проявление и на сплошных ледниках и снегах, в пустынях, на высотах гор. Едва ли можно говорить на поверхности суши о безжизненности — можно говорить только о временной безжизненности, о разрежении жизни. В той или иной форме жизнь проявляется всюду. Разрежения жизни, пространства суши, ею бедные, пустыни, ледники и снежные поля, снежные горы — в общей сложности едва ли составляют 10% ее поверхности. Вся остальная поверхность суши является жизненной пленкой.

151. Мощность этой пленки очень незначительна; она для сплошных лесных пространств не поднимается выше нескольких десятков метров над земной поверхностью; в полях и степях она поднимается на несколько метров.

Леса в экваториальных областях, где деревья достигают наибольшей высоты, образуют пленку жизни, мощность которой 40—50 м. Самые высокие деревья, в 100 м и больше, теряются в общем облике растительности и не могут приниматься во внимание отдельно от общего ее уровня.

Жизнь проникает в глубину почвы и подпочвы только на несколько метров.

Аэробная жизнь прекращается на глубине 1—5 м, анаэробная идет в общем на несколько десятков метров.

Вглубь она нигде не идет глубже 1—5 м — глубже слоя *почвы* и верхней *подпочвы*.

В общем на поверхности суши чередуются участки живой пленки в десятки метров (области лесов) и в немногие метры мощностью (травяной покров).

Деятельность культурного человечества внесла в структуру этой пленки такие изменения, каких нигде не наблюдается в гидросфере.

Эти изменения — новое явление в геологической истории планеты, еще не учтенное в своем геохимическом эффекте. Одним из главных его проявлений является чрезвычайное уменьшение лесных пространств, т.е. более мощных частей пленки.

152. Мы сами входим в состав этой пленки, и нам чрезвычайно ясно ее изменение — в ее составе и в ее проявлении — в течение годового солнечного цикла.

Здесь преобладают по количеству захваченного жизнью вещества зеленые растения и среди них травы и деревья, в животном населении — насекомые, клещи, может быть паукообразные. В общем при поразительном многообразии жизни океана живое вещество второго рода — звери, гетеротрофные организмы — играет подчиненную роль. Значительные части суши, тропические леса, как гилея Африки, или северная тайга, являются почти пустынями в отношении млекопитающих, птиц и других позвоночных. Членистоногие, которые для нас менее заметны, составляют очень рассеянное животное население этих мощных растительных сообществ. То, что медленно выяснилось

в планктоне, — сезонные усиления и ослабления размножения — здесь общеизвестно. Жизнь замирает в наших широтах зимою, возбуждается и развивается весной. Тот же процесс идет всюду в разных формах, в большей или меньшей яркости — от полюсов и до тропиков.

Это не только явление, резко выраженное для поверхностей зеленой растительности и для связанного с нею животного мира, для которого столь же характерны периодически сезонные периоды размножения. То же самое наблюдается и для почв. К сожалению, здесь вопрос мало изучен, а между тем, как мы увидим, значение почв в истории планеты гораздо большее, чем это обычно кажется.

В общем для *всех пленок* и гидросферы, и суши существуют регулируемые Солнцем усиления и ослабления размножения — хода геохимической энергии живого вещества, "вихрей", химических элементов, им захватываемых. *Геохимические процессы пульсируют, закономерно замирают и усиливаются.*

Числовые законности, здесь явно существующие, нам совершенно не известны.

153. Геохимические явления, связанные с живой пленкой суши, чрезвычайно характерны и резко отличают ее от морских пленок.

В живой пленке суши никогда процессы выхода химических элементов из жизненного цикла не приводят к таким скоплениям вадозных минералов, какие мы наблюдаем в морских отложениях, где ежегодно отлагаются миллионы тонн карбонатов кальция и магния (известняки и доломитизованные известняки), кремнезема (опалы и т.п.), гидратов окиси железа (бурые железняки), водных окислов марганца (пирролюзиты и псиломеланы), сложных фосфатов кальция (фосфориты) и т.п. (§ 143 сл.). Все эти образования в огромном большинстве морского происхождения, во всяком случае водного. В живом веществе суши химические элементы не выходят в еще более подавляющей своей части (§ 144) из жизненного цикла, чем в гидросфере. После умирания организма или отмирания его частей вещество или немедленно, без перерыва, захватывается новыми организмами, или же уходит в атмосферу в виде газообразных продуктов. Эти биогенные газы — O_2 , CO_2 , H_2O , N_2 , NH_3 ... — вновь сейчас же захватываются в живое вещество его газовым обменом.

Мы имеем здесь очень совершенное динамическое равновесие, которое приводит к тому, что огромная геохимическая работа живого вещества суши оставляет — после десятков миллионов лет своего существования — ничтожные следы в твердых телах, строящих земную кору. Химические элементы живого вещества суши находятся в непрерывном движении — в форме газов и живых организмов.

154. Из этого динамического равновесия постоянно выходит ничтожная по весовому процентному содержанию, но выражающаяся, надо думать, ежегодно во многих миллионах тонн масса твердых остатков жизненного цикла суши в виде мельчайшей пыли "органического вещества" — соединения, главным образом углерода, кислорода, водорода, азота, в меньшей степени — фосфора, серы, железа, кремния

и т.п., которые проникают всю биосферу и в некоторой неопределенной пока части уходят из жизненного цикла — иногда надолго, на миллионы лет.

Эти органические остатки проникают всю материю биосферы — живую и косную — собираются во всех вадозных минералах, во всех поверхностных водах и реками и атмосферными осадками сносятся в море. Их влияние в ходе химических реакций биосферы огромно и аналогично тому влиянию органических растворенных веществ природных вод, о котором упоминалось выше (§ 93). Органические остатки жизни полны — в термодинамическом поле биосферы — свободной химической энергией; по своим малым размерам они легко дают водные дисперсные системы — коллоидальные растворы.

155. На суше они концентрируются в *почвах*, которые, однако, никак нельзя рассматривать, как косную материю. В почвах живое вещество достигает нескольких десятков весовых процентов; это область наивысшей геохимической энергии живого вещества, важнейшая — по своим геохимическим последствиям — лаборатория идущих в ней химических и биохимических процессов.

Она по своему значению аналогична грязевой части донной пленки (§ 141), но в отличие от нее в ней преобладает *окислительная среда*. Вместо нескольких миллиметров ее толщины в донной грязи, мощность ее здесь может превышать метр. Роющие животные и здесь являются могучим фактором ее уравнивания.

Почва является областью энергичного выветривания в среде, богатой кислородом и углекислотой, которые отчасти создаются живым веществом, в ней находящимся.

Но в отличие от наземного биохимизма суши химические создания почвы не входят целиком в новые жизненные вихри элементов, выражающие, по образному выражению *Ж. Кювье*, сущность живого, не уходят в газовые формы естества. Они выходят на некоторое время из цикла жизни и отражаются в другом, огромном явлении планеты — в составе природной воды, в соленой воде океана.

Почва жива, пока она влажная. Ее процессы идут в водной среде — в растворах или в дисперсных системах.

И этим обуславливается иной характер проявления живого вещества почвы в химии планеты по сравнению с живыми организмами, *на ней* находящимися.

В их проявлении решающую роль играет механизм воды на суше.

156. Вода на суше находится в постоянном круговороте. Этот круговорот совершается энергией Солнца — его тепловыми лучами. Этим путем проявляется космическая энергия на нашей планете в не меньшей степени, чем она выявляется в геохимической работе жизни. Деятельность воды в механизме всей земной коры совершенно решающая; особенно ярка она в биосфере. Она не только составляет в среднем много более двух третей по весу живой материи (§ 109), ее присутствие является непреходимым условием размножения живых организмов, проявления их геохимической энергии, условием их выявления в механизме планеты.

В биосфере не только вода неотделима от жизни — но и жизнь не-

отделима от воды. Трудно учесть, где кончается влияние одного тела — воды — и начинается влияние другого — разнородного живого вещества.

Почва непосредственно захватывается круговоротом воды — она ею обтекается благодаря осадкам. Всюду идет непрерывный процесс ее выщелачивания, стекания по ней поверхностных вод. Они непрерывно растворяют и уносят в взмученном состоянии богатые органическими остатками ее части. Состав пресной воды, таким путем связанный с почвой, непосредственно определяется химизмом почвы, является проявлением ее биохимизма. Почва резко определяет таким путем в самой основной его части, состав речной воды, куда в конце концов собираются все эти поверхностные воды.

Реки несут свои воды в море, и состав *морской воды в его солевой части в конце концов и главным образом обусловлен ими, т.е. обусловлен химической работой почвы, — ее столь еще мало нам известным биоценозом.*

На нем отражается окислительный характер среды почвы; он выражается в конечных растворимых продуктах ее живого вещества. В водах рек преобладают сульфаты и карбонаты, натрий соединен с хлором. В тесной связи с биохимизмом этих элементов в почве, характер их находений в речной воде резко отличается от твердых их выделений в лишенных жизни земных оболочках.

157. В связи с циркуляцией воды на суше наблюдаются и другие закономерные химические проявления населяющего ее живого вещества.

Жизнь, населяющая водные пространства, резко отличается по своим эффектам от жизни наземной.

Здесь мы наблюдаем во многом явления, аналогичные пленкам и сгущениям гидросферы, здесь в меньшем масштабе можно отличить и планктонную, и донную пленку, и сгущения, отвечающие прибрежным. Здесь помимо окислительной среды имеют место и химические реакции в среде *восстановительной*. Здесь, наконец, увеличивается выход химических элементов из жизненного круговорота и образование твердых продуктов, входящих позже в состав осадочных пород земной коры. И здесь, по-видимому, этот процесс выделения твердых продуктов связан с явлениями восстановительной среды, быстрого исчезания кислорода, а затем и прекращения не только аэробной, но и анаэробной жизни простейших.

При таком общем сходстве, геохимический эффект этого явления суши существенно отличен от наблюдаемого в гидросфере.

158. Это связано с резким отличием от гидросферы водных вместилищ суши. Химическим основным различием является пресный характер главной массы воды, физически — мелкость водовместилищ. Главная масса воды суши в области *биосферы* сосредоточена в лужах, озерах и болотах, а не в реках. Благодаря мелкости бассейнов они представляют одно пресноводное сгущение жизни. Только в *пресных морях*, как, например, Байкальское, мы наблюдаем раздельными живые пленки подобно гидросфере. Но эти глубокие озера являются исключением.

В связи с таким характером озер их биогеохимическая роль резко

отлична от водных вместилищ океана и прежде всего это выражается в том, что продукты выделения в пресных водных бассейнах иные. На первое место выступают соединения углерода. Хотя и кремнезем, и карбонаты кальция, и бурые окислы железа образуются в донных пленках и связанных с ними сгущениях водоемов суши — они отходят на второй план по сравнению с выделением углеродистых тел. Здесь — и только здесь — идет в заметной степени выделение стойких вадозных углеродо-водородно-азотистых тел, бедных кислородом — всех углей и битумов. Это стойкие формы вадозных минералов, в которые переходят, выходя из биосферы, органические соединения углерода. В конечном их изменении в метаморфических областях углерод выделяется в свободной форме графита.

Причина образования стойких углеродо-азотистых тел только в пресных водовместилищах нам неясна, но она выдерживается неизменно в течение всего геологического времени. В соленой воде моря мы сколько-нибудь их значительных скоплений не знаем. Является ли это следствием химического характера среды или строения живой природы, сказать нельзя — но и в том, и в другом случае явление это связано с характером жизни.

Скопления этих органических веществ являются очагами огромной потенциальной энергии, "погребенными лучами Солнца", по образному выражению *Р. Майера*, значение которых так велико в истории человека, но далеко не безразлично и в природе. Понятие о масштабе проявлений этого процесса можем получить, учтя количество известного нам каменного угля.

Возможно, что такие каменноугольные бассейны образовывались в соседстве с морями.

Мне кажется почти несомненным, что в этих же пресноводных сгущениях суши надо искать и главные места выделения жидких углеводородов — нефти, зависимость которых от скоплений жизни биосферы может считаться вполне точно установленной для главных типов нефтяных месторождений.

СВЯЗЬ ЖИВЫХ ПЛЕНОК ГИДРОСФЕРЫ И СУШИ

159. Из предыдущего ясно, что все живое представляет неразрывное целое, закономерно связанное не только между собою, но и с окружающей косной средой биосферы.

Но наши современные знания недостаточны для получения яркой единой картины. Это дело будущего, которое объяснит и лежащие в ее основе числовые соотношения.

Мы же только улавливаем самые общие контуры явления. Главнейший факт — это *существование биосферы в течение всех геологических периодов, с самых древних их проявлений, с архейской эры.*

Эта биосфера в основных своих чертах представляла один и тот же химический аппарат.

Мы видим, что неизменно в течение всего геологического времени — под влиянием неуклонного тока лучистой солнечной энергии —

в биосфере действовал один и тот же химический аппарат, созданный и поддерживаемый в своей деятельности живым веществом.

Этот аппарат состоит из определенных концентраций жизни, которые занимают, вечно меняясь, одни и те же места в земных оболочках, отвечающих биосфере. Эти концентрации жизни — живые пленки и сгущения жизни — являются как бы более частными делениями земных оболочек. В общем их концентрический характер выдерживается, хотя они никогда не дают сплошного непрерывного покрова поверхности планеты.

Они являются областями планеты химически активными; здесь сосредоточены разнообразнейшие статические — установившиеся — системы динамических равновесий земных химических элементов. *Это области, где обтекающая весь земной шар лучистая энергия Солнца принимает форму земной свободной химической энергии, причем она превращается в земную энергию в различной мере для разных химических элементов.*

Существование этих областей планеты связано, с одной стороны, с той энергией, какую она получает от Солнца, а с другой — со свойствами того живого вещества, которое является аккумулятором и трансформатором этой энергии в земную химическую.

160. Все эти сгущения жизни теснейшим образом между собою связаны. Одна не может существовать без другой. Эта связь между разными живыми пленками и сгущениями и неизменный их характер есть вечная черта механизма земной коры, проявлявшаяся в ней в течение всего геологического времени.

Как не было ни одного геологического периода, когда бы не было суши, так не было и такого, когда бы она одна существовала. Только в отвлеченной фантазии ученых наша планета являлась в виде сфероида, покрытого океаном, в форме "Панталассы" Э. Зюсса или в форме сухой, уравненной, мертвой пенеплены, как ее рисовал давно Э. Кант и, относительно недавно, П. Лоуэлль.

Суша и океан существовали совместно, начиная с отдаленнейших геологических эпох. Их существование связано с геохимической историей биосферы и является важной частью ее механизма.

С этой точки зрения, попытки объяснить происхождение наземных организмов из морских несостоятельны и фантастичны. Воздушная жизнь в рамках геологического времени так же стара, как и морская; ее формы развиваются и изменяются, но это изменение происходит всегда на земной поверхности, а не в океанических водах.

Если бы это не было так, то был бы период революционный, период внезапного изменения механизма биосферы, который должен был бы быть обнаружен геохимическими процессами. Между тем этого нет.

С архейского периода механизм планеты и биосферы в общих чертах неизменен.

Жизнь остается в главных своих чертах в течение геологического времени постоянной, меняется только ее форма.

В действительности всегда на ней существовали все живые пленки — планктонная, донная, почвенная и все живые сгущения — прибрежные, саргассовые (?) и пресноводные.

Менялись с ходом времени — колебались — их взаимные отношения, количества связанного в них вещества. Едва ли, однако, эти изменения могли быть очень значительны, так как при неизменном или почти неизменном в течение геологического времени притоке энергии солнечного лучеиспускания, распределение этой энергии в пленках и сгущениях должно было быть обусловлено живым веществом, которое в нем является основной и единственной изменчивостью в термодинамическом поле биосферы.

Но само живое вещество не является случайным созданием. Оно в себе самом также отражает солнечную энергию, как отражают ее его земные концентрации.

Можно идти дальше в нашем анализе, углубиться в тот сложный механизм, который представляют собой живые пленки и сгущения, и в те химические взаимоотношения, какие должны для них при этом выявляться. Я надеюсь в следующих очерках остановиться на этих двух проблемах — однородных живых веществах и структуре живой природы в биосфере.

1926 г.

ЭВОЛЮЦИЯ ВИДОВ И ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО¹

I

Жизнь составляет неразрывную часть организованности² биосферы. Это ярко выявляется при изучении геохимической истории химических элементов, для большинства которых процессы, идущие при участии жизни, — биогеохимические процессы — имеют основное значение. Эти биогеохимические проявления жизни рисуют на первый взгляд резко иную картину жизненных процессов, чем та, которая дается биологией. Кажется даже, что эти два представления о жизни — биологическое и геохимическое — несовместимы.

Лишь более глубокий анализ позволяет разобраться в наблюдаемом различии. Он указывает, что частью мы имеем дело здесь с различным выражением тождественных явлений, частью же действительно встречаемся с различными проявлениями жизни, разно охваченными геохимией и биологией.

Сопоставление двух точек зрения — биологической и геохимической — в конце концов углубляет и изменяет научный охват явлений жизни.

Различие двух представлений о жизни сказывается — наиболее, мне кажется, резко — в том, что проникающее все наше современное биологическое мировоззрение учение об эволюции почти совершенно не затронуто в геохимии, оставляется в стороне при изучении биогеохимических явлений. Они нам на первый взгляд представляются так, как будто бы эволюция видов животных и растений отражается в них слабо или совсем не отражается.

Мой доклад сегодня имеет целью анализ этих представлений и является попыткой выяснить значение явлений эволюции видов в механизме биосферы.

Обращаясь к этому механизму, можно убедиться, что в нем основные представления биологии приобретают коренные изменения.

Так, в биологии обычно вид рассматривается *геометрически*; на первое место выступает *форма*, морфологические признаки. В биогеохимических явлениях на первое место выступает *число*. Вид рассматривается *арифметически*. Подобно физическим и химическим явлениям — химическим соединениям и физико-химическим системам — отдельные виды животных и растений должны в геохимии характеризоваться и различаться *числовыми константами*. Числовые константы заменяют морфологические признаки, указываемые биологами при диагнозе вида.

В биогеохимических процессах необходимо принимать во внимание следующие числовые константы: *средний вес* организма, его

¹ Доклад, читанный на заседании Ленинградского общества естествоиспытателей 5 февраля 1928 г. Природа, 1928, N 3. С. 227

² В 1928 г. было "механизма" [1].

средний элементарный химический состав и отвечающую ему среднюю геохимическую энергию, т.е. свойственную ему способность производить перемещение — миграцию — химических элементов в среде его жизни¹.

Вместо формы, свойственной виду, выступают в биогеохимических процессах его материя и его энергия. Так, выраженный вид может быть рассматриваем как некоторое *вещество*, такое же, как другие вещества земной коры — воды, твердые минералы и горные породы, которые одновременно с организмами строят геохимические процессы. Выраженный таким путем вид биолога может рассматриваться как *однородное живое вещество*, характеризованное массой, элементарным химическим составом [особым пространством—временем] и геохимической энергией.

Обычные выражения этих видовых признаков в граммах веса и процентах химического состава, в скоростях передачи геохимической энергии дают очень отвлеченное, закрывающее реальность представление. Его можно заменить другим, более ясно отвечающим природному процессу, создающему организм.

В геохимии мы имеем дело с атомами. В биосфере мы отличаем физико-химические организмы как особые автономные объемы — поля, в которых собираются определенные атомы в определенных количествах. Это количество и есть характерное свойство каждого организма, каждого вида. Оно указывает, сколько атомов организм данного вида может свойственной ему силой удержать вне общего поля биосферы, извлечь из окружающей среды. Зная объем организма и количество находящихся в этом объеме атомов и выражая все явления числами, мы получаем, по-видимому, наиболее отвлеченное и в то же время реальное выражение вида, поскольку оно отражается в геологических процессах планеты. Мы получаем его, измеряя размеры организма, его вес, его химический состав. Так полученные число атомов и объем организма суть, несомненно, видовые признаки. Захват жизнью в некотором поле — в некотором объеме — и удержание в нем известного количества атомов есть реальное явление в природе, столь же характерное для организма, как его форма или физиологические функции. По существу, такое представление, вероятно, даже наиболее глубоко выражает основные черты его существования.

Получаемые числа очень велики, например для отдельной рыбки, *Letna minor*, они близки к $3,7 \cdot 10^{20}$, отвечая сотням квинтиллионов атомов. Эти большие числа реальны и сравнимы для разных видов.

Такое выражение вида в числе атомов объема организма только дополняет обычную биологическую характеристику вида формой и строением того же самого объема.

Живое однородное вещество геохимика и вид биолога тождественны, но выражены различно.

¹ Также и характер, занятого организмом объема (правизна — левизна).

II

Изучение явлений жизни в [организованности] биосферы вносит еще более существенные различия в обычные биологические представления.

Биосфера в основных частях неизменна в течение всего геологического времени, неизменна по крайней мере с археозоя. полтора миллиарда лет. Такое же состояние выражается во множестве отвечающих ей явлений, в том числе и в биогеохимических.

Так, геохимические циклы химических элементов представляются постоянными в геологическом времени. В общем, в кембрий они должны были иметь тот же самый характер, как в четвертичное время или какой имеют теперь. Условия климата, вулканические процессы, биохимические, химические и физические явления выветривания оставались в течение всего геологического времени теми же, какие мы наблюдаем в наше время. За все время земного существования, вплоть до появления цивилизованного человечества, не был создан ни один новый минерал. Виды минералов на нашей планете остаются неизменными во времени или изменяются с его ходом одинаковым образом: во все геологические периоды образовывались те же самые химические соединения, как и теперь. Нет ни одного случая, который бы давал указания на связь того или иного минерального вида с определенной геологической эпохой. Это резко отличает виды минералов от однородного живого вещества, от вида живых организмов. Виды живых организмов резко меняются в течение геологического времени: все время создаются новые; виды минералов всегда одни и те же.

В геохимическом аспекте, входя как часть в мало изменяющуюся, колеблющуюся около неизменного среднего состояния биосферу, жизнь, взятая как целое, представляется устойчивой и неизменной в геологическом времени.

Входя как неразрывная часть в постоянно повторяющиеся одни и те же геохимические циклы, жизнь не может оказываться резко меняющейся в своих учитываемых в геохимии проявлениях. Масса живого вещества, т.е. количество атомов, захваченных во все бесчисленные автономные поля организмов, и средний химический состав живого вещества, т.е. химический состав атомов полей жизни, должны оставаться в общем неизменными в течение всего геологического времени.

К тому же, в эти долгие века и те формы энергии, с которыми связана жизнь, по-видимому, радиация Солнца и атомная энергия радиоактивных веществ, в общем были те же по величине, какие мы наблюдаем и сейчас. Наблюдаются во всех указанных явлениях лишь колебания в ту или другую сторону вокруг средней величины, кажущейся нам постоянной.

III

Эта картина неизменности, свойственная в течение геологического времени всем космическим процессам, стоит в резком противоречии с несомненно шедшим в это время резким изменением форм жизни, изучаемым в биологии. В частности, несомненно, что все видовые признаки, учитываемые в геохимических явлениях, несколько раз коренным образом изменялись в течение геологического времени, ибо за это время неоднократно исчезали многочисленные растительные и животные виды и создавались новые, несомненно с иным весом, с иным химическим составом и с иной геохимической энергией, чем их предшественники. Едва ли можно сомневаться, что химический состав морфологически различных тел всегда различен. Виды вымершие отвечали неизбежно иным, ныне не существующим формам однородного живого вещества. Их числовые константы были иные.

Если, однако, при всем этом общий эффект жизни, даже в частностях, например, в явлениях выветривания, оставался одним и тем же, это указывает, что в сложной [организованности] биосферы происходили в пределах живого вещества только перегруппировки химических элементов, а не коренные изменения их состава и количества — перегруппировки, не отражавшиеся на постоянстве и неизменности геологических — в данном случае геохимических — процессов, в которых эти живые вещества принимали участие. Это новый факт огромной научной значимости, вносимый в биологию геохимическим изучением жизни.

В то самое время как морфологически или геометрически жизнь, взятая в целом, постоянно изменяется, что выражается в грандиозной эволюции живых форм, неуклонно идущей от археозоя, в то же время числовое, количественное, выражение жизни, взятой в целом, оставалось в своих главных величинах и, по-видимому, в главных функциях неизменным.

Правда, и в биологии внимательное изучение явлений эволюции указывает на чрезвычайную неравномерность ее хода. Нельзя говорить о постоянном изменении всех видов — всех форм жизни. Наоборот, мы имеем виды, остающиеся неизменными сотни миллионов лет, например, виды радиолярий докембрийских эпох не отличны от видов современных; виды *Lingula* сохраняются с кембрия до наших дней; они тоже неизменны в течение сотен миллионов лет в бесчисленных сменяющихся поколениях. Такие примеры, может быть, не за столь долгие периоды времени и для видов, несколько более изменившихся, могут быть найдены в большом числе. Можно, идя этим путем, и в живых формах видеть и изучать не их изменчивость, но их поразительное постоянство, их устойчивость. И эта устойчивость видовых форм в течение миллионов лет, миллионов поколений, может быть, даже составляет самую характерную черту живых форм, заслуживающую глубокого внимания биологов. Вероятно, мы видим в этих чисто биологических явлениях проявление той же неизменности жизни в основном своем бытии на всем

протяжении геологической истории, какую в другой форме вскрывает нам ее положение в структуре биосферы. Мне кажется, *эти явления устойчивости видов заслуживают более серьезного внимания биолога*, чем это сейчас имеет место.

Современная мысль биолога обратилась в другую сторону: *эволюция форм в течение геологического времени* кажется наиболее характерной чертой истории жизни и в нее облечены для нас все представления о живой природе.

Явление, эмпирически и безусловно установленное больше ста лет назад одним из самых глубоких и точных натуралистов, Г. Кювье, доказавшим существование иного, неведомого нам сейчас мира живых форм в прошлые геологические эпохи, вызвало со времени А. Уоллеса и Ч. Дарвина, за последние 70 лет, резкое изменение всего научного мировоззрения натуралистов. Эволюция видов заняла центральное место в этом мировоззрении, привлекла к себе внимание до такой степени, что затемнила другие, не менее, если не более, важные биологические явления. Эволюция видов заняла в научной мысли такое место, что всякое новое явление или всякое новое представление в биологии для того, чтобы войти в научную мысль, должно быть приведено в связь с ней или определено в своем отношении к эволюции видов.

Уже по одному этому необходимо выяснить проявление эволюции видов в биогеохимических процессах, ибо дальнейшее развитие геохимической работы останавливается сейчас перед отсутствием данных, которые могут дать только биологи. Биогеохимические явления должны войти в круг интересов биологов.

Но, помимо этого, искание связи эволюции видов с биогеохимическими явлениями представляет и само по себе огромный научный интерес. Несомненно, между ними должна быть связь.

Связь эволюции видов с организованностью¹ биосферы, с ходом биогеохимических процессов несомненна хотя бы уже потому, что основные числа, характеризующие эти процессы, являются видовыми признаками, меняющимися в процессе эволюции. Очевидно, именно изучение этой связи позволит раскрыть взаимоотношение между постоянством жизни как целого в геохимии и ее эволюцией как целого в биологии. Это один из важнейших научных вопросов дня.

IV

Можно подойти к этой проблеме точным путем изучения общего эффекта жизни в истории химических элементов Земли — *био-генной миграции химических элементов биосферы* и тех правильностей, которые с этой миграцией связаны.

Миграцией химических элементов мы будем называть всякое перемещение химических элементов, чем бы оно ни было вызвано. Миграция в биосфере может быть произведена химическими процессами, например во время вулканических извержений, вызвана

¹ В 1928 г. было "механизмом".

движением жидких, твердых, газообразных масс при испарении и осадках, видна в движениях рек, морских течений, ветров, наблюдается при шарьяжах и при тектонических перемещениях земных слоев и т.п.

Биогенная миграция производится силами жизни и, взятая в целом, является одним из самых грандиозных и самых характерных процессов биосферы, основной чертой ее [организованности]. Огромные количества атомов, исчисляемые не квинтиллионами, а еще большими числами, находятся в непрерывной биогенной миграции. Здесь не место останавливаться на том эффекте, который достигается в биосфере биогенной миграцией такого масштаба; я останавливался на нем не раз в последнее время в моих книгах о биосфере и в геохимических очерках¹. Но некоторые основные черты биогенной миграции, познание которых важно для дальнейшего изложения, необходимо отметить.

Во-первых, *существует несколько разных, существенно различных форм биогенной миграции*. С другой стороны, *биогенная миграция теснейшим образом, генетически, непосредственно связана с веществом живого организма, с его существованием*. Точно и верно определил живой организм Г. Кювье как непрерывный во время жизни ток — вихрь — атомов, идущий из внешней среды и во внешнюю среду. Организм жив, пока ток атомов продолжается. Он охватывает все вещество организма. Дыханием, питанием, внутренним метаболизмом, размножением создается непрерывно каждым организмом отдельно или всеми ими вместе биогенный ток атомов, строящий и поддерживающий живое вещество. В общем, это основная и главная форма биогенной миграции, количественное значение которой точно определяется массой живого вещества, существующего в данный момент на нашей планете. Но это не вся биогенная миграция.

Очевидно, эффект всей биогенной миграции не определяется прямо массой живого вещества. Он зависит не меньше, чем от количества атомов, и от интенсивности их движения, неразрывно связанного с жизнью. Чем больше раз будут оборачиваться атомы в единицу времени, тем биогенная миграция будет значительнее; она может быть резко различна при одном и том же количестве атомов, захваченным живым веществом. Это — *вторая форма биогенной миграции, связанная с интенсивностью биогенного тока атомов*.

Есть и третья. Эта третья в нашу геологическую эпоху, эпоху психозойскую, начинает приобретать небывалое в истории нашей планеты значение. Это — миграция атомов, производимая организмами, но генетически и непосредственно не связанная с вхождением или прохождением атомов через их тело. *Эта биогенная миграция производится техникой их жизни*. Ее, например, производит работа роющих животных, следы которой известны с древнейших геологических эпох; таковы же отражения социальной жизни

¹ Вернадский В. И. Очерки геохимии. Издание 4. Л., 1934. Вернадский В. И. Биосфера. Л., 1926.

животных — постройки термитов, муравьев или бобров. Но исключительного развития достигла эта форма биогенной миграции химических элементов во время возникновения *цивилизованного человечества*, за последний десяток тысяч лет. Мы видим, как этим путем создаются новые, небывалые на нашей планете тела, например свободного металла, как меняется лик Земли, исчезает девственная природа¹.

По-видимому, наконец, к биогенной же миграции должны быть, в-четвертых, причислены те, *косвенным образом связанные с живым веществом изменения в положении атомов*, которые являются следствием брошенных организмами в биосферу новых соединений. *Вероятно, по своему эффекту, это наиболее мощная форма биогенной миграции*. Она, однако, сейчас не может быть нами количественно учитываема и стоит в стороне от темы сегодняшнего доклада. Это, например, та миграция, которая вызвана созданием свободного кислорода зелеными организмами или изменением химических комбинаций, созданных гением человека. Правда, эта форма биогенной миграции далеко не всегда может быть отделена от первого и второго типа. Так, та мощная биогенная миграция, которая производится при разрушении тела отмерших организмов, теснейшим образом связана с биохимическими, вызванными жизнью специальных организмов процессами гниения и брожения. Но вся она к биохимическим процессам, конечно, сведена быть не может.

V

Разные формы биогенной миграции, здесь указанные, являются первой характеризующей ее особенностью, которую мы должны иметь в виду в дальнейшем изложении.

Другой своеобразной чертой ее является характер регулирующих ее физических законов.

Биогенная миграция является частью другого, еще более мощного процесса биосферы — *общей миграции ее элементов*. Эта миграция идет частью под влиянием энергии Солнца, энергии тяготения и воздействия внутренних частей земной коры на биосферу.

Все эти перемещения элементов, чем бы они ни вызывались, укладываются в системы определенных подвижных равновесий; в частности, в истории отдельных химических элементов они выявляются в замкнутых геохимических циклах — в круговоротах атомов. Они все выражаются законами неоднородных равновесий, могут быть в основном сведены к правильностям, формулированным Гиббсом.

Круговороты, в которых принимает участие биогенная миграция, поддерживаются внешней, посторонней им, постоянно поступающей и их возобновляющей энергией. Формы лучистой солнечной энергии и энергии атомной играют в возобновлении этих процессов преобладающую роль.

¹ Биосфера переходит в *ноосферу*.

Изучаемые — вне этого поступления сторонней энергии — равновесия представляют механические системы, системы, неизбежно приходящие к устойчивому состоянию. Их свободная энергия в конце процесса будет нулевой или близкой к нулю, вся работа, которая может быть в этой системе произведена, будет в конце концов неизбежно исполнена. В таких равновесиях работа достигает максимума, свободная энергия спускается до минимума.

Биогенная миграция есть одна из главнейших форм работы в этих природных системах равновесий. Очевидно, она в них должна стремиться к минимуму своего проявления. Можно выразить это свойство биогенной миграции как основной биогеохимический принцип, неизбежно и автоматически регулирующий биогеохимические явления. Этот *первый биогеохимический принцип*, как я его называю, гласит: *биогенная миграция химических элементов в биосфере стремится к максимальному своему проявлению.*

VI

Посмотрим теперь, в чем и как проявляются в биосфере, в окружающей нас среде, указанные два свойства биогенной миграции — регулирующий ее первый биогеохимический принцип и существование для нее двух форм ее обнаружения: во-первых, непосредственно связанной с массой живого вещества и, во-вторых, связанной с техникой жизни.

При максимальном проявлении в биосфере биогенной миграции, очевидно, масса живого вещества должна достигнуть возможного предела, если только такой предел существует. Наблюдаемое как будто постоянство этой массы — количества жизни — в геологическое время, по-видимому, указывает на то, что биогенная миграция в этой форме своего проявления достигла уже предела или близка к пределу. Она, может быть, достигла этого состояния уже в самых древних, доступных нашему изучению геологических эпохах. Этого мы не видим для биогенной миграции элементов, связанной с техникой жизни. В нашу психозойскую геологическую эпоху мы наблюдаем резкий скачок ее проявления.

Присутствуя при росте этой формы биогенной миграции, мы должны согласно первому биогеохимическому принципу допустить, что эта форма миграции элементов неизбежно дойдет в конце концов с ходом времени до своего максимального предела, если такой предел существует, или будет стремиться обнаружиться в максимальном проявлении в данное время, постоянно повышая свой уровень выявления с ходом времени, если такового предела для нее не существует.

Можно легко учесть правильность первого биогеохимического принципа, наблюдая проявление биогенной миграции в биосфере. Стремление к максимальному ее выражению в биосфере может быть наблюдаемо в природе в двух явлениях. Во-первых, в том, что биогенная миграция захватит все возможное пространство — максимальное пространство, ей доступное по массе живого вещества и по технике его жизни. Это явление будет выражаться во *всюдности жизни в биосфере*. Эту всюдность жизни мы должны наблюдать в ней согласно этому принципу, и мы действительно ее наблюдаем¹.

Но проявление биогенной миграции, обуславливающее ее геохимическую работу, связано не только с количеством захваченных ею в биосфере в каждый момент атомов. Оно должно выразиться и в скорости вызванного жизнью их движения, в количестве атомов, проходящих через живое вещество в единицу времени или перемещаемых в единицу времени его техникой в окружающей его среде. Это проявление первого биогеохимического принципа сказывается в том давлении жизни, которое мы действительно наблюдаем в биосфере, и в том напряженном растущем темпе, каким идет техническое творчество цивилизованного человечества.

Необходимо при этом, особенно в явлении всюдности жизни, но также и в ее давлении, принимать во внимание существование в биосфере форм жизни, обладающих средой обитания коренным образом различного физического характера.

В сущности, можно и нужно допустить, что жизнь проявляется в двух физически различных пространствах.

С одной стороны, она проявляется в поле тяготения, в котором мы живем сами и которое для нас наиболее обычно. Но это поле тяготения, где весь уклад явлений устанавливается тяготением, не охватывает всей области жизни.

Мельчайшие организмы достигают размеров, близких к молекулам, хотя и другой декады. Эти организмы — меньше стотысячной доли сантиметра диаметром — вступают в поле молекулярных сил, и их жизнь и связанные с нею явления определяются не только всемирным тяготением, но и теми излучениями, нас всюду окружающими, которые могут погашать для этих организмов условия бытия, создаваемые тяготением. Мы знаем, что и для этих мельчайших организмов наблюдается и всюдность их жизни, заполнение ими максимального пространства, и давление их жизни — чрезвычайный темп тока атомов, ими вызываемого. Это последнее явление достигает здесь наибольшей наблюдаемой для организмов величины.

¹ Вернадский В. И. Очерки геохимии. Издание 4. Л., 1934. Вернадский В. И. Биосфера. Л., 1926.

Итак, можно считать, что всюдность жизни и ее давление являются выражением того принципа в окружающей нас природе, который регулирует биогенную миграцию химических элементов.

Изучая относящиеся сюда природные явления, эмпирические факты, легко убедиться, что всюдность достигается и давление жизни обуславливается не только неизменной, ныне наблюдаемой жизнью организмов. Эти явления меняются в ходе геологического времени и достигаются в значительной мере эволюционным процессом. Создание эволюционным путем новых форм жизни, приспособляющихся к новым условиям ее бытия, увеличивает всюдность жизни, расширяет ее область. Жизнь этим путем вносится в такие места биосферы, в которых она раньше не существовала.

И вместе с тем мы видим, как создаются в течение геологического времени новые формы жизни, или увеличивающие темп тока атомов через живое вещество или создающие новые, небывалые их проявления, новые их движения.

Внимание, какое все время, в течение трех научных поколений, направляли натуралисты на явления эволюции видов, позволило произвести анализ окружающей нас живой природы и убедиться в том, что как наблюдаемая всюдность жизни, так и давление жизни коренным образом изменены и усилены в течение геологического времени. Это совершенно эволюционным процессом, оно достигнуто *приспособлением организмов в течение геологического времени*, в результате увеличившим и всюдность жизни и ее давление. Два-три примера достаточны для того, чтобы пояснить мою мысль.

Так, ясно из анализа пещерной фауны, что она составлена из организмов, раньше живших на свету. Они приспособились эволюционным путем к новым условиям и увеличили область жизни. То же самое верно — для части по крайней мере — для глубоководного бентоса. Он приспособился к условиям большого давления, холода и мрака, развился из организмов, живших в иных условиях. Это — явление новое, расширяющее область жизни биосферы. Анализ этих явлений как будто указывает на дпящееся и в нашу геологическую эпоху расширение области жизни заселением глубин¹.

На каждом шагу и в других явлениях наблюдаются такие процессы. Флора и фауна горячих ключей, флора и фауна высокогорных областей или пустынь, флора и фауна ледниковых и снежных полей созданы эволюционным путем. Жизнь медленно, приспособляясь, завоевала новые области для своего бытия, увеличивала эволюционным процессом биогенную миграцию атомов биосферы.

Эволюционный процесс не только расширял области жизни, он усиливал и менял темп биогенной миграции: создание скелета позвоночных изменило и усилило, концентрируя его, миграцию атомов фтора — вероятно, фосфора; создание скелетных форм водных беспозвоночных коренным образом изменило и усилило миграцию атомов кальция.

¹ Вернадский В. И. Биосфера. Л., 1926.

Нечего и говорить о том чрезвычайном подъеме давления жизни в биосфере, которое создано появлением в биосфере путем эволюционного процесса *Homo sapiens*, в той его форме, которую, может быть, правильно назвать, соединяя термины Линнея и Бергсона и придерживаясь тройного названия вида, *Homo sapiens faber*. *Homo sapiens faber* — его мысль — есть новый факт, возмущающий вековой, геологически вековой, уклад биосферы.

IX

Так, эмпирический анализ окружающей природы ясно и непреклонно устанавливает, что всюдность и давление жизни утверждаются в биосфере эволюционным путем. Другими словами, *наблюдаемая на нашей планете эволюция живых форм в течение геологического времени увеличивает в течение этого времени проявление биогенной миграции химических элементов в биосфере.*

Очевидно, то механическое условие, которое определяет неизбежность такого характера биогенной миграции атомов, действовало непрерывно в течение всего геологического времени, и с ним должна была считаться происходившая в это время эволюция живых форм. Механическое условие, определяющее такое выявление биогенной миграции элементов, вызвано тем, что жизнь является неразрывной частью механизма биосферы, является, в сущности, той силой, которая определяет ее существование.

Очевидно, и наблюдаемая эволюция видов должна быть связана со строением биосферы. Ни жизнь, ни эволюция ее форм не могут быть независимыми от биосферы, не могут быть ей противопоставляемы как независимо от нее существующие природные сущности. Исходя из этого основного положения и доказанного научным наблюдением участия эволюционного процесса в создании всюдности и давления жизни, проявляющихся в современной биосфере, может быть сформулирован новый *биогеохимический принцип*, касающийся эволюции живых форм. Этот биогеохимический принцип, который я буду называть *вторым биогеохимическим принципом*, может быть сформулирован следующим образом: *эволюция видов, приводящая к созданию форм жизни, устойчивых в биосфере, должна идти в направлении, увеличивающем проявление биогенной миграции атомов в биосфере.*

X

Конечно, этот принцип отнюдь не объясняет эволюции видов и стоит в стороне от тех разнообразных попыток ее объяснения — теории эволюции, — которые сейчас занимают научную мысль. Он принимает эволюционный процесс как эмпирический факт или, вернее, как эмпирическое обобщение и связывает его с другим эмпирическим обобщением — со строением¹ биосферы.

¹ В 1928 г. было "механизмом".

Но он далеко не может быть безразличным для теорий эволюции. Ибо он, мне кажется, логически неизбежно указывает на существование определенного *направления*, в котором должен идти эволюционный процесс. То же направление, вытекающее из данных наблюдения, вполне совпадает в своем научно точном обозначении с принципами механики, со всем нашим знанием о земных физико-химических процессах, одним из которых является биогенная миграция атомов. С существованием такого определенного *направления* эволюционного процесса, который при дальнейшем развитии науки, несомненно, можно будет определить количественно, должна считаться каждая теория эволюции.

Мне кажется, невозможно сейчас оставлять в стороне при построении теорий эволюции и по другим соображениям этот вопрос — вопрос о существовании *определенного направления в эволюционном процессе, неизменного на всем его протяжении*, в течение всего геологического времени. Взятая в целом палеонтологическая летопись имеет характер не хаотического изменения, идущего то в ту, то в другую сторону, а явления, определенно развертывающегося все время в одну и ту же сторону — в направлении усиления сознания, мысли и создания форм, все более усиливающих влияние жизни на окружающую среду. Существование определенного направления эволюции видов может быть точно установлено наблюдением.

Я в общих чертах, на немногих примерах, останавлиюсь на ходе эволюционного процесса палеонтологической летописи, с точки зрения изменения биогенной миграции, этим путем происходившей в течение геологического времени.

XI

Около кембрийского¹ времени, на границе более точно изученного живого мира былого, по-видимому, произошло появление *высших беспозвоночных*. Это время не может считаться вполне установленным, но только это допущение объясняет, и притом простым образом, то резкое изменение в сохранности организмов палеонтологической летописи, которое произошло около того времени, — позже кембрия или близко от начала кембрийского времени. Совершенная неизменность за все докембрийское время процессов выветривания, их полная в общих чертах тождественность с аналогичными современными процессами, их полное тождество до наших дней едва ли позволяют нам искать объяснения отсутствия сохранности форм в различии условий внешней среды.

В то же время нет никаких оснований предполагать, что как раз в это геологически критическое время — благодаря определенной длительности ее процессов — метаморфизация земных слоев случайно отразилась именно в этот момент и выразилась в отсут-

¹ Сейчас правильнее сказать, может быть, альгонкского. Надо думать радиологический метод определения геологического времени позволит точно установить эту дату.

ствии остатков организмов. Для этого надо допустить, что все более древние слои метаморфизованы. Но уже сейчас известны многочисленные случаи слоев древнее кембрия, метаморфизация которых меньше метаморфизации и самого кембрия и геологически новых слоев.

По-видимому, правы геологи, допускающие здесь резкое изменение в *биогенной миграции атомов кальция* — первое дошедшее до нас или нами учтенное явление этого рода.

Мы можем представить себе значение этого события, если вспомним роль в биосфере организмов, чрезвычайно обогащенных кальцием (организмы содержат его больше всех металлов), в отложении известняков. Механизм биогенной миграции кальция получил в указываемую эпоху необычайные изменения: миграция эта сразу усилилась. Судя по тому, что нам известно об интенсивности миграции кальция в связи с созданием скелета высших беспозвоночных, например моллюсков или кораллов, по сравнению с организмами микроскопическими, его раньше отлагавшими, надо допустить необычайное увеличение темпа его миграции при создании этих новых форм жизни. Увеличение произошло быстро.

Возможно, что такое изменение биогенной миграции кальция путем создания новых видов, богатых кальциево-карбонатными скелетными образованиями, связано с захватом жизнью в это время новых областей земной коры. Это изменение должно было ярко отразиться также в истории углекислоты.

На границе палеозоя, а может быть в кембрии же, произошло другое огромное явление в биогенной миграции атомов, связанное с коренным изменением древесной растительности суши. Процесс постепенного усовершенствования этих организмов, полный расцвет которых, по-видимому, подошел к зениту в третичной эпохе, длился несколько геологических эпох. Он связан с завоеванием огромного нового пространства для жизни — тропосферы. Создание леса, полного жизнью, произвело необычайное изменение в миграции атомов кислорода, углерода, водорода, но одновременно должна была усилиться миграция всех атомов, связанных с жизнью, прежде всего усилиться их круговорот, ибо лес, особенно лиственный лес новых геологических эпох, скопляет жизнь и растительную и животную в исключительной, раньше неизвестной степени. Если сравнить с этой точки зрения лес тайнобрачных палеозоя с нашим или третичным лесом явнобрачных, разница получится огромная в направлении увеличения проявления биогенной миграции с ходом геологического времени.

В мезозойское время совершился новый факт, увеличивший проявление биогенной миграции — появление *птиц*. Этим путем область тропосферы вновь усилилась жизнью. Развитие летающих организмов, резко и во многом изменивших биогенную миграцию в сторону ее большего проявления, длилось геологические периоды, пока не достигло своего завершения в классе птиц в мезозое и в третичном времени. Две огромные биогеохимические функции связаны с этими воздушными формами жизни, которые едва ли в такой мере

могли быть связаны с летающими беспозвоночными, идущими в большую глубь времени, до начала палеозоя, хотя часть этой функции летающие беспозвоночные, несомненно, производят и производили. Но все же только появление птиц довело механизм биогенной миграции в это время до небывалого раньше в геологическом времени размаха.

В строении¹ биосферы, в биогенной миграции атомов птицы, а равно другие летающие организмы играют огромную роль в обмене вещества между сушей и водой, главным образом между сушей и океаном. Здесь роль птиц обратная роли рек, но приближающаяся к ним по масштабу передвигаемых масс материи. Переселение птиц еще более увеличивает такое их значение в биогенной миграции атомов. Появление этих летающих видов позвоночных не только создало новые формы биогенных миграций и резко отразилось на химическом балансе моря и суши, но внесло изменения (усиление биогенной миграции) в историю отдельных элементов, в частности фосфора. В его истории летающие беспозвоночные — насекомые — в такой мере значения иметь не могли. Правда, летающие ящеры появились раньше птиц, но все указывает, что они не достигли того масштаба влияния, которое имеют птицы². По-видимому, появление птиц связано с созданием новых типов лесов, во всяком случае с ним совпало.

Гораздо большее, по сравнению с другими позвоночными, изменение в биогенной миграции произвело цивилизованное человечество. Здесь, впервые в истории Земли, биогенная миграция, вызванная техникой жизни, может быть, преобладает по своему значению над биогенной миграцией, производимой массой живого вещества. При этом изменились биогенные миграции для всех элементов. Этот процесс совершился чрезвычайно быстро, в геологически ничтожное время. Лик Земли изменился до неузнаваемости, и совершенно ясно, что процесс изменения только что начался. Он целиком входит в условия второго биогеохимического принципа: изменение приводит к чрезвычайному усилению проявления биогенной миграции атомов биосферы.

Два явления здесь должны быть отмечены: во-первых, то, что человек — едва ли кто сейчас может в этом сомневаться — создан эволюционным процессом, и, во-вторых, наблюдая производимое им изменение в биогенной миграции, мы видим, что это изменение нового типа идет, все увеличиваясь, с чрезвычайной резкостью.

Вполне допустимо поэтому, что и в другие периоды палеонтологической летописи изменения в биогенной миграции происходили созданием новых животных и растительных видов не менее резко.

Я здесь остановился на отдельных, более крупных явлениях эволюции видов в отражении ее в биогенной миграции химических элементов. Во всех этих случаях ясно ее согласие со вторым био-

¹ В 1928 г. — "механизме".

² Может быть, в летающих ящерах надо видеть начало того большого процесса изменения миграции химических элементов, которое сейчас выражено в птицах.

геохимическим принципом. Мне кажется, анализ палеонтологической летописи указывает на это согласие во всех случаях.

Каким путем это согласие происходит — путем ли действия слепых столкновений случайностей или же путем более глубокого процесса, вызванного свойствами жизни, непрерывной и генетически связанной в своем проявлении в течение всей геологической истории планеты, — решит будущее. Регулирующее влияние второго биогеохимического принципа скажется в обоих случаях.

Если бы создание видов происходило вслепую, случайно, вне зависимости от окружающей среды, т.е. от организованности¹ биосферы, то все же не всякий вид, случайно созданный, мог бы выжить и войти в сложный биоценоз планеты; выжил бы тот, который был бы в нем устойчив, т.е. который увеличивал бы биогенную миграцию атомов биосферы.

Едва ли, однако, возможно в настоящее время так элементарно просто противопоставлять организм среде, т.е. биосфере, как это делалось раньше. Мы знаем, что организм в среде — не случайный гость: он часть ее сложной закономерной [организованности]. И частью той же [организованности] является его эволюция.

Натуралист должен из своего мировоззрения в научной работе выбросить из употребления представления, которые вошли в науку только из во многом чуждых ему областей духовной жизни — из философии или религии. Таким чуждым представлением является допущение в вопросах эволюции отделения организма от среды, т.е. биосферы, и их противопоставления. С этой точки зрения вероятнее, что согласие эволюции с регулирующим ее принципом связано более глубоко с организмами и не есть лишь внешнее явление совпадения случайностей.

XII

Не касаясь причин эволюции и отмечая только неизбежность для нее определенного направления, изучение биогеохимических явлений ставит, однако, этим в определенные рамки область допустимых в науке теорий эволюции.

Мне кажется, это изучение подводит нас еще к другой области явлений, новой для научной работы, которая до сих пор была непререкаемым уделом только философского и религиозного творчества. Новая форма биогенной миграции — новая, по крайней мере, в таком ее масштабе — вызвана, как мы видим, деятельностью человеческого разума, человеческого сознания. А между тем она ничем не отличается от других проявлений биогенной миграции, связанных с другими функциями жизни. Сознание и мысль не могли быть, несмотря на усилия поколений мыслителей и ученых, сведены ни на энергию, ни на материю, в каком бы то ни было из разнообразных пониманий этих основ научного мышления о природе.

¹ В 1928 г. — "механизма".

Как же может сознание действовать на ход процессов, как будто целиком сводимых на материю и энергию? Вопрос этот был недавно поставлен, как раз в связи с этого рода явлениями, американским математиком *А. Лотка*¹. Едва ли он дал на него удовлетворительный ответ. Но на его значение и на возможность научного к нему подхода он указал правильно.

По-видимому, мы не можем подойти к решению этой проблемы без коренного изменения наших основных физических представлений, которые только что пережили и переживают небывалые по скорости в истории мысли изменения. Перед нами стоит новое, не меньшее дальнейшее изменение. Оно неизбежно связано с проникновением основных явлений жизни в построение физических теорий. В этом направлении сейчас работает мысль. Нельзя оставить без внимания эти новые, глубокие искания. Среди них заслуживают обсуждения любопытные, правда более философские, чем научные, построения английского математика и мыслителя *Уайтхеда*². Очень возможно, что прав в своих провидениях другой английский мыслитель *Э. Хальдан*³, предвидящий в ближайшем будущем коренное изменение физики и ее представлений под влиянием научного охвата ее явлениями жизни⁴. Изучение биогеохимических явлений в своем возможно глубоком подходе как раз вводит нас в эту область неравновесного проявления явлений жизни и явлений физического строения мира, в область новых построений научной мысли будущего. В этом — глубокий и научный и философский, жгучий современный интерес проблем биогеохимических.

¹ *Lotka A.J.* Elements of physical biologie. Baltim., 1925.

² *Whitehead.* Science and modern world. L., 1926.

³ *Haldane E.* Dedalus. L., 1926.

⁴ *Вернадский В.И.* Записка об изучении живого вещества с геохимической точки зрения. Приложение к протоколу VIII заседания Отдел. физ.-мат. наук Акад. Наук, 11 мая 1921 г. С. 120—123.

НАЧАЛО ЖИЗНИ И ЭВОЛЮЦИЯ ВИДОВ

I

Очень обычно представление, что установление создания видов — растительных и животных — эволюционным путем логически требует признания когда-то бывшего на нашей планете начала жизни, ее зарождения.

Такой простой логический вывод, по-видимому, ошибочен.

Чисто логическим путем открывать новое из установленных научных фактов и обобщений можно только в очень узких, строго определенных пределах.

Логически — исходя из эволюции видов, которая в общей своей форме является не теорией, а эмпирическим обобщением¹, — мы не придем к точному и определенному ответу, а придем, как это очень часто наблюдается в точной науке, построенной на эмпирических обобщениях, к противоречиям. Ибо всякое эмпирическое обобщение (и научно установленный факт) заключает в себе много больше того, что выражено его словесной (логической) формулировкой. Делая путем разума логические из него заключения, мы, по существу, совершаем экстраполяцию, часто заводящую человеческую мысль в сторону от [научной] истины.

Мы должны это всегда иметь в виду при нашем логическом анализе, должны ограничивать область экстраполяции — останавливаться, не доводя до конца наше логическое суждение.

Такие поправки необходимо ввести и в наши заключения о начале жизни, как исходя из нашего понимания жизни, так исходя и из эволюции видов.

Эти поправки связаны с постановкой явлений жизни и эволюции видов в те рамки нашего знания, какие обычно в изложении эволюции видов не принимаются во внимание.

II

В самом деле, не может быть сомнения, что жизнь находится в самой тесной, совершенно неразрывной связи с организованностью нашей планеты, в частности биосферой².

Только экстраполяционным логическим процессом, только в нашем умозрении мы может отделить ее от планеты; в частности, в биосфере жизнь исполняет совершенно определенные геологические функции, которые не будут существовать, если жизнь на планете исчезнет.

¹ Вернадский В. И. Биосфера. Л., 1926. С. 19.

² В 1930 г. было "механизмом".

³ На этом я более подробно останавливаюсь в моей книге "Биосфера" [Вернадский В. И. Биосфера. Л., 1926. Vernadsky W. La Biosphère. P. 1929].

Только так же должно признать научно несомненным, что жизнь являлась в основном неизменной, такой же, как теперь, являлась частью организованности¹ биосферы за все нам известное течение геологического времени, т.е. в продолжение $3 \cdot 10^9$ — $2 \cdot 10^9$ лет. В дальнейшем археозое она составляла такую же часть в общем единого строения биосферы, какую и теперь составляет.

И наконец, нельзя сомневаться, что жизнь может существовать на нашей планете и на ней существует только благодаря непрерывному и, по-видимому, неизменному в течение геологического времени, притоку космической энергии, главным образом лучистой энергии Солнца. Если жизнь поддерживается и другими источниками энергии (например, атомной, благодаря радиоактивным распадам химических элементов), то все же представляется научно установленным, что главным источником жизни является энергия Солнца.

Можно идти дальше. Не только жизнь — в ее современном масштабе и, по существу, в современной структуре — существовала с археозоя, т.е. с начала нам известной геологической летописи, но она имела основой одно и то же — с колебаниями в ту и в другую сторону — количество земного вещества (порядка $n \cdot 10^{19}$ — $n \cdot 10^{20}$ г) одного и того же химического элементарного состава.

Эти положения, как будто отвечающие всем нам известным научным фактам и научно им равноценным эмпирическим обобщениям, должны быть приняты во внимание при размышлении о начале жизни на Земле².

Очевидно, они ставят вопрос о начале жизни на Земле в рамки и в теснейшую зависимость с вопросом о начале той структуры нашей планеты, той ее геологической организованности¹, которая неизменно проявляется в течение всей известной нам геологической истории Земли.

При этом эти факты и эти эмпирические обобщения связывают жизнь не с проходящими чертами строения планеты, а с ее основными элементами — с ее атомами, с их количеством, с их строением и с энергией, создающей геологические процессы.

Эти геологические процессы могущественно меняются жизнью, от нее в известной своей части зависят, так же как они меняются под влиянием изменения земных атомов и проявляющейся на нашей планете свободной энергии.

Проблема начала жизни на Земле должна это учитывать.

Она не может ставиться вне вопроса о характере и начале всего земного вещества и проявляющейся на Земле свободной энергии.

Возможно, что жизнь в наших научных построениях нужно будет поставить *наряду* с атомами и с энергией, если не удастся всецело свести ее к известным нам свойствам атомов и к происходящим в окружающем мире нам известным проявлениям энергии; это сейчас сделать мы не можем.

¹ В 1930 г. — "механизма".

² Вернадский В. И. Очерки геохимии. Издание 4. Л., 1934.

Если это будет так и дальше, то проблема начала жизни на Земле выйдет из пределов *начала земной материи и земной энергии*. Ибо, если не удастся всецело свести жизнь на материю (атомы) и энергию, то жизнь станет *рядом* с материей и энергией в строении всего научно охватываемого космоса.

В таком случае может быть поставлена проблема о начале жизни на Земле совершенно в другом аспекте, чем она сейчас ставится: она будет поставлена в аспекте космогоническом (как она ставится для земного вещества), а не в аспекте ее зарождения в земном веществе.

Общая проблема о начале жизни в космосе теряет научное значение, подобно тому, как нет научной проблемы о начале материи, электричества, энергии. Наука загадку о начале бытия не решает, хотя бы потому, что начала этого и не было.

Наука лишь описывает существующие явления, дает научную картину мира — принимает мир как существующее, т.е. принимает существующим материю и энергию и все, что может быть поставлено рядом с ними, как в какой-нибудь степени от них независимое переменное.

III

Анализ понятия эволюции видов — в случае, если мы все время не упускаем из виду ее реальной обстановки и не отбрасываем мысленно эту обстановку, как это часто делают, — приводит, по существу, к тому же самому положению — к необходимости поставить вопрос о начале жизни на нашей планете наряду с вопросами о начале ее материи и ее энергии.

Эволюция видов во всех своих логических заключениях и выводах и во всех научных теориях и научных гипотезах, которые созданы или могут быть созданы на ее основе для ее объяснения, не связана с началом жизни и не может дать нам никакого представления о нем. Тот точный научный материал опыта и наблюдения, на котором построено научное эмпирическое обобщение, каковым является эволюция видов, лежит вне пределов проблемы о начале жизни. Он из существования жизни исходит.

Это часто забывают, считая, что, раз наблюдается закономерно протекающий процесс изменения организмов, перехода одних их построений с ходом времени в другие, этот процесс должен был иметь исходный пункт, к которому можно прийти, уходя в глубь времени.

Но лежащий в основе обобщения — эволюции видов — материал отнюдь не требует, чтобы, прослеживая генетическое изменение в течение геологического времени всех растительных и животных форм, мы пришли к их единому однообразной формы предку, т.е. к *началу жизни*.

Начало жизни — в том представлении, какое кажется понятным нашему уму — неизбежно предполагает, чтобы все палеонтологические линии сходились в глубь времени в одной точке, являлись пучком

расходящихся ветвей, а не током параллельных линий, определяющих в едином целом — в монолите, составленном из живых организмов, — независимые друг от друга в своем происхождении части.

Может ли быть это начало найдено и научно охвачено, исходя из эволюции видов, если он существует?

Мне кажется, что этим путем к нему подойти нельзя. Ибо эволюция видов определяет генетическое изменение видов, их закономерную генетическую смену в пределах монолита жизни. *Эволюционный процесс идет в определенной жизненной среде, состав и масса которой неизменны в геологическом времени так же, как неизменна та энергия, которая эту жизненную среду поддерживает.* Выйти за пределы этой жизненной среды нельзя путем изучения эволюции видов. *А проблема о начале жизни связана с проблемой создания самой жизненной среды,* в пределах которой идет эволюционный процесс, т.е. эта проблема логически выходит за пределы среды.

Жизненная среда — монолит жизни, живая природа — явным образом не представляет случайное, незакономерное явление. *Она явным образом имеет определенную структуру,* представляет форму организованности, неизменно существующую в геологическом времени и неизменно связанную с организованностью¹ биосферы.

Все живые организмы тесно связаны между собой в своем существовании и этим путем представляют *единое целое*, непрерывно существующее как единое целое в течение всего геологического времени, двух-трех миллиардов лет, по крайней мере.

Отражение этого единого целого в охваченной им биосфере было в течение этого времени одним и тем же; все время должно было выделяться приблизительно то же количество биогенных тел — свободного кислорода, углекислоты, гидратов окиси железа, известняков и доломитов, нефтей, каменных углей и т.п. Так как все эти функции тесно связаны с организмами определенного строения, то в общем монолите жизни, как бы морфологически не менялись его составные части, эти химические функции не могли быть затронуты морфологическим изменением эволюционного процесса. Морфологическое изменение должно было быть ограничено необходимостью сохранения геохимических функций. И в то же время ясно, что *эти функции чрезвычайной сложности не могут исполняться каким-нибудь морфологически единым организмом* — предком, могущим отражаться в окружающей космической среде столь сложным путем, каким отражается в ней современная жизнь, вся совокупность — монолит жизни.

Мы, знаем, что аналогично современному отражалась жизнь в течение всего геологического времени. Для кембрия (меньше миллиарда лет назад) мы имеем уже ясное представление о сложности монолита жизни. Мы можем утверждать, что в это время должна была существовать наземная растительная жизнь, остатки которой не

¹ В 1930 г. было "механизмом".

существуют, так как без нее не мог жить тот сложный мир гетеротрофных существ, который открывается в древнейших фаунах, пока изученных. Никаких сомнений в этом не может быть и для альгонкской эры. Дальше нет точных палеонтологических знаний, но изучение отражения жизни в земной среде — в тех глубоко измененных осадочных и органогенных породах, которые доступны непосредственному исследованию, — показывает, что строение монолита жизни было в основных биогеохимических чертах неизменным.

Эволюционный процесс, идущий внутри жизненного монолита, не может нас вывести за его пределы, а в его пределах он не может нас привести к какому-нибудь единому всеобъемлющему организму, могущему исполнять ту сложную космическую — планетную — функцию, какую исполняет монолит жизни современной биосферы. Монолитическое представление о ходе эволюции не может быть верным, а полилитическое не может привести к началу жизни.

Эволюционный процесс не захватывает достаточно глубоко жизненные явления, и эмпирический материал, нами научно изучаемый, требует и допускает более глубокий анализ жизни.

IV

На очередь становится задача о строении жизненной среды в биосфере, об ее изменении во времени. Жизненная среда, монолит жизни, ставит пределы эволюционному процессу, внутри ее идущему, ибо эволюционный процесс не может объяснить основного явления — ни химического, ни энергетического строения живого вещества, ни его неизменности в геологическом времени.

Судя по тому, что мы научно наблюдаем, сейчас, в нашу геологическую психозойскую эру, энергетическое проявление монолита жизни принимает новую форму, и эффект жизни быстро увеличивается при сохранении неизменного ее химического состава и, по видимому, неизменной ее массы. Отражение жизни в биосфере увеличивается и принимает — со все усиливающимся темпом — новые формы. Эту новую функцию в организованности¹ планеты, исполняет культурное человечество, человеческая мысль и воля, эволюционным процессом созданные внутри монолита жизни.

Таким образом, эволюционный процесс не приводит нас к проблеме начала жизни. Ибо он идет только в пределах жизненной среды и не может ставить проблемы об изменении и генезисе самой жизненной среды, небольшую часть явлений которой он захватывает. *Проблема начала жизни есть проблема начала жизненной среды на нашей планете.*

В то же время — в пределах геологического времени — жизненная среда существует в основных своих чертах неизменной; все это время она связана очень сложно, одинаковым и теснейшим образом, неразрывно с организованностью¹ биосферы.

¹ В 1930 г. было "механизмом".

Морфологически биосфера все геологическое время менялась — закономерно, эволюционным порядком, — но физико-химически, в своих геохимических проявлениях, она оставалась стойкой и неподвижной.

V

Вопрос может идти не о начале живого организма в биосфере, а о *начале жизненной среды биосферы*, морфологическое изменение которой мы сейчас изучаем в палеонтологии. Морфологически живая среда всегда неизбежно неоднородна.

И из такой постановки проблемы можно сейчас утверждать:

1) Жизненная среда не может быть сведена к морфологически единому организму, когда-то населявшему планету, живая среда не может быть морфологически однородна, и единая основа живых организмов, протоплазма, не охватывает всех геохимических функций жизни на нашей планете.

2) Уже в связи с этим живая среда не могла произойти из единого одноклеточного организма, принесенного из космической среды, или из таких же разнородных неделимых, как это выдвинул Рихтер и принимали в свое время такие ученые, как лорд Кельвин или Гельмгольц. Нельзя, однако, отрицать, что проникновение в жизненную среду биосферы космических жизненных элементов, как это перед своей смертью допускал С. Аррениус для термофильных бактерий (из планеты Венеры), весьма вероятно, ибо вещество биосферы, несомненно, постоянно принимает в себя космические тела. Но начала земной жизни оно не объясняет.

3) Неизбежно допустить, что, может быть и менее сложная в основных чертах, чем теперешняя, но все же очень сложная *жизненная среда сразу создалась на нашей планете* как нечто целое в догеологический ее период. *Создался целый монолит жизни (жизненная среда), а не отдельный вид живых организмов*, к какому нас ложно приводит экстраполяция, исходящая из существования эволюционного процесса.

Этот последний вывод, мне кажется, чрезвычайно затрудняет возможность допущения когда-то происшедшего на нашей планете абиогенеза или, вернее, археогенеза организмов в масштабе, необходимом для создания на ней жизни.

Абиогенез отдельного вида, если бы даже он мог быть совершен, не объяснит создания жизненной среды, как не может ее создать пришедшая из других планет колония одноклеточных организмов всегда одной геохимической функции.

Необходимо допустить одновременное создание ряда организмов разной геохимической функции, тесно связанных между собою, т.е. *допустить абиогенез монолита жизни*, — задача экспериментально немислимая.

Абиогенез монолита жизни неизбежно заставляет допустить в жизненной среде существование и проявление таких физико-химических или, может быть, иных явлений, которые сейчас нам не известны и

не наблюдаются в окружающей нас косной среде, требуют иного понимания жизни.

Это было бы совершенно особое явление, аналогичного которому мы из данных нашего современного знания построить не можем и (пока?) даже не можем представить.

При таком положении наших знаний правильнее будет с научной точки зрения поставить явления жизни *наряду* с энергией, материей (атомами), электричеством, эфиром и т.п., как искони существующие части космоса, более или менее не сводимые всецело к какому-нибудь одному из этих представлений. Если научный анализ покажет в будущем неправильность этой рабочей научной гипотезы — всегда может быть внесена необходимая поправка.

В таком случае жизнь следует признать столь же безначальной с научной точки зрения, каким является, например, электричество.

Монолит жизни может в таком случае создаться на нашей планете, его возникновение мыслимо при особых условиях ее бытия, при наличии в окружающем космосе жизни. Вероятно, это не будет абиогенез — во всяком случае не абиогенез в нашем современном понимании.

Можно, может быть, подходить к этому вопросу и иным путем, не предрешая конечной безначальной жизни, как это делают в некоторых космогонических построениях, например в неудачной, как мне кажется, космогонической гипотезе американского астронома Си (See), все же открывающей путь для дальнейших исканий иного порядка, чем это делают сторонники абиогенеза¹.

¹ Си предполагал захват Солнцем нашей Земли (с живым веществом из другой части космоса).

БИОСФЕРА И НООСФЕРА¹

ПРЕДИСЛОВИЕ К АМЕРИКАНСКОМУ ИЗДАНИЮ

В.И. ВЕРНАДСКИЙ²

действительный член Академии наук СССР

Настоящая статья состоит из краткого введения, где в тезисной форме изложено содержание законченной в 1938 г. статьи [1], полный перевод которой недавно опубликован в "Transactions of the Connecticut Academy of Sciences" под редакцией проф. Дж. Э. Хатчинсона, а также новой работы, написанной в 1943 г. и переведенной с русского рукописного текста д-ром Георгием Вернадским из Йельского университета. Обе части этой статьи в едином тексте характеризуют научное мировоззрение одного из самых выдающихся ученых нашего столетия в самой обобщенной форме.

На фронтисписе помещен портрет ученого с цитатой из письма профессору А. Петрункевичу: "Я смотрю вперед очень оптимистично. Думаю, что мы переживаем не только исторический перелом, но и планетный. Мы живем при переходе в ноосферу. Сердечный привет. В. Вернадский".

В таблице³, помещенной ниже в сокращенном виде, представлены главные выводы ранее опубликованной работы и привлечено внимание к многим свойствам живых тел, которые выглядят столь элементарными, что создается опасность оставить их без внимания. Весьма полезно и поучительно просмотреть эту таблицу, применив ее критерии к пониманию природы способных к кристаллизации вирусов, которая была совершенно не выяснена ко времени напечатания статьи В.И. Вернадского.

Редактор [2]

БИОСФЕРА

Живое вещество есть совокупность всех организмов Земли, находящихся на ней в данный период времени. В целом эта совокупность играет большую роль, хотя если говорить о воздействии человека на планетные процессы, то роль отдельной личности может быть ничтожной. Живое вещество на Земле можно рассматривать как сово-

¹ American Scientist. 1945. Vol. 33, N 1. P. 1—12, portr.

² Когда работа готовилась к печати, нас достигла скорбная весть о кончине академика Вернадского 6 января 1945 г. — Редактор [2].

³ Редактор журнала имеет в виду приведенный ниже перечень признаков (I—XVI). — Прим. ред.

купность средних живых организмов, относящихся ко всем таксономически различным группам. Мы говорим, что каждая из таких групп состоит из *однородного* живого вещества.

Живое вещество существует только в биосфере (1)*. Биосфера включает в себя земную тропосферу, океаны и тонкую пленку в континентальных областях, уходящую на глубину не менее, чем на три километра. Человек стремится увеличить размеры биосферы.

Биосферу определяют как область жизни, однако более точно ее следует определить как оболочку, в которой могут происходить изменения, вызванные приходящим солнечным излучением.

Вещество, составляющее биосферу, существенно неоднородно, и мы различаем косное и живое вещество. Косное вещество резко преобладает по массе и по объему. Происходит непрерывная миграция атомов из косного вещества биосферы в живое и обратно. Все исследуемые объекты в биосфере следует называть естественными телами биосферы. Среди них различают тела живые, косные или биокосные, как, например, почва или озерная вода. Результаты исследования природных явлений образуют "систему природы" и приводят к накоплению чисел, составляющих систематизированное значение, т.е. *corpus scientiarum* — научный аппарат, растущий как снежный ком; этот "научный аппарат" охватывает все систематизированное знание, которое может быть противопоставлено философии, религии и искусству, где истина вскрывается интуитивным творчеством; систематизированная история этих проявлений человеческого духа принадлежит научному аппарату.

В прошлом не уделяли достаточного внимания двум научным концепциям: а) *Пастера*, который был совершенно прав, когда придавал исключительно важную роль преобладанию оптически активных соединений как характерному общему свойству живых тел и продуктов их жизнедеятельности: идея *Пастера* имеет непреходящее значение [3]; б) вклад живых организмов в энергетику биосферы серьезно недооценивался. Биохимическая энергия может быть выражена скоростью заселения биосферы данным видом организмов. Для некоторых бактерий скорость заселения, ограниченная скоростью деления цепочки клеток, приближается к скорости звука и соответствует тенденции к мгновенному потенциальному заселению всей поверхности Земли этим живым организмом.

Будем иметь в виду эти вводные принципы и выразим в табличной форме различия между живым и косным веществом; перечень признаков приведен в сокращенном виде. Различия определяются не только разницей энергетических и химических свойств живых и косных тел. Кроме того, имеются фундаментальные различия в пространственно-временных состояниях живых и косных тел. Мы полагаем, что геометрия, присущая живым организмам, может отличаться от геометрии косных тел.

* Примечания и ссылки самого В.И. Вернадского к настоящей работе приведены в конце книги и даны в круглых скобках. — *Прим. ред.*

I

А. Живые естественные тела проявляются только в биосфере и только в форме дисперсных тел. Никогда не наблюдалось возникновение живых тел из косных. Возможно, но до сих пор не доказано проникновение живых естественных тел из космического пространства.

В. Дисперсные косные формы сконцентрированы в биосфере, но их также находят много глубже, в пределах земной коры. Они создаются в биосфере, но кроме того, привносятся в нее из более нижних земных оболочек в вулканических процессах, а также из космических просторов — в форме метеоритов и космической пыли.

II

А. Живые естественные тела как морфологически, обладая клеточным строением и протоплазменной природой, так и присущей им способностью к размножению представляют собой единое целое. Такое единство всех живых естественных тел должно быть связано с их генетическим единством в ходе геологического времени.

В. Косные естественные тела чрезвычайно разнообразны и никакой единой морфологической или генетической связью между собой не обладают [4].

III

А. Химическое различие правых и левых форм одного и того же химического соединения характеризует состояние физического пространства, занятого живым организмом. Преобладают или правые, или левые изомеры.

В. Левые и правые формы одних и тех же химических соединений в косных телах имеют один и те же химические свойства. Количество правых и левых кристаллических многогранников, образующихся в косной среде, — одинаково.

IV

А. Новое живое естественное тело рождается только из другого живого тела, ему подобного. Временами возникают новые поколения, отличные от предыдущих. Возникновение у живых организмов центральной нервной системы привело к возрастанию геологической роли живого вещества с конца плейстоцена.

В. Новые косные естественные тела создаются в биосфере безотносительно от ранее бывших естественных тел. Мы видим те же косные естественные тела и те же явления их образования на протяжении двух миллиардов лет. Новые виды косных тел появляются только под влиянием живого вещества, особенно вследствие жизнедеятельности человека.

V

А. Живых жидких и газообразных тел нет, хотя жидкости и газы присутствуют в мезоморфных или твердых живых телах. Произвольное движение, в значительной степени саморегулируемое, является общим признаком живого естественного тела. Пассивная форма движения создается размножением, однако его следствия, выражаемые в заселении биосферы, могут быть сравнимы с расширением массы газа.

В. *Жидкие и газообразные косные тела принимают форму вместительных, в которых они находятся. Твердые и мезоморфные косные тела не растут и не увеличиваются в своей массе.*

VI

А. Существует непрерывная миграция атомов из биосферы в организмы, и обратно. Благодаря этому в организмах создается огромное и непрерывно меняющееся количество молекул, которые не могут быть рождены какими-то иными процессами в биосфере.

В. *Косные естественные тела меняются исключительно от внешних причин, исключение составляют радиоактивные вещества.*

VII

А. Число живых естественных тел количественно связано с размерами биосферы.

В. *Число косных естественных тел определяется общими свойствами материи и энергии и не зависит от размеров планеты.*

VIII

А. Масса живого вещества остается в основном постоянной и определяется лучистой солнечной энергией и биогеохимической энергией заселения планеты, однако, очевидно, эта масса близка к пределу, а процесс заселения еще не закончен.

В. *Площадь проявления косных естественных тел в биосфере ограничена ее размерами и увеличивается только с ее ростом, вызванным движением живого вещества.*

IX

А. Минимальный размер живого естественного тела определяется дыханием, он порядка 10^{-6} см. Максимальный размер никогда не превышает $n \cdot 10^4$. Диапазон небольшой: 10^{10} .

В. *Минимальный размер косного естественного тела биосферы определяется дисперсностью материи и энергии, т.е. размером элементарных частиц в физике. Максимальный размер определяется размерами биосферы. Диапазон: 10^{40} или больше.*

X

А. Химический состав живых естественных тел является функцией их собственных свойств.

В. *Химический состав косных естественных тел является функцией свойств окружающей среды, в которой они создаются.*

XI

А. Количество химических соединений в живых естественных телах связано с числом индивидуальных организмов и, вероятно, достигает многих миллионов.

В. *Количество различных химических соединений в косных естественных телах ограничено немногими тысячами.*

XII

А. Природные процессы живого вещества увеличивают свободную энергию биосферы.

В. *Все природные процессы в области косных естественных тел, за исключением радиоактивного распада, уменьшают свободную энергию биосферы.*

XIII

А. Живые естественные тела всегда являются мезоморфными, и вне латентных состояний живого вещества водород и кислород в форме воды резко преобладают, образуя крайне сложные смеси с другими соединениями. Химический состав любого живого естественного тела строго определен, хотя и не проявляет стехиометрических отношений, и более постоянен, чем химический состав изоморфных смесей природных минералов.

В. *Химический состав косных естественных тел может отвечать почти теоретически чистому химическому соединению с точными стехиометрическими отношениями между элементами. В минералах преобладают твердые растворы.*

XIV

А. Процессы, протекающие в живом веществе, могут приводить к существенному изменению их изотопических смесей.

В. *Изотопические смеси в косных естественных телах в биосфере заметно не меняются, хотя за пределами биосферы, в глубине земной коры, такие изменения, по-видимому, происходят [5].*

XV

А. Огромное большинство живых естественных тел меняются в своей форме эволюционным процессом. Однако скорость подобных изменений крайне различна.

В. *Большинство инертных естественных тел в биосфере устойчиво, чем объясняется немногочисленность их видов.*

А. Процессы, создающие живые естественные тела, необратимы во времени.

В. Все физико-химические процессы в косных естественных телах обратимы во времени.

В общежитии обычно говорят о человеке как о свободно живущем и передвигающемся на нашей планете индивидууме, который свободно строит свою историю. До сих пор историки, вообще ученые гуманитарных наук, а в известной мере и биологи, сознательно не считаются с естественными законами биосферы — той земной оболочкой, где может существовать жизнь. Стихийно человек не может быть от нее отделен; и эта неразрывность только теперь начинает перед нами точно выясняться. Он геологически связан с материально-энергетической структурой биосферы. В действительности ни один живой организм в свободном состоянии на Земле не находится (2). Все эти организмы неразрывно и непрерывно связаны — прежде всего питанием и дыханием — с окружающей их материально-энергетической средой. Вне ее в природных условиях они существовать не могут.

В нашем столетии биосфера получает совершенно новое понимание; она выявляется как планетное явление космического характера. В биогеохимии нам приходится считаться с тем, что живые организмы существуют не только на одной нашей планете, не только в земной биосфере. Это установлено сейчас, мне кажется, без сомнений пока для всех так называемых "земных планет", т.е. для Венеры, Земли и Марса (3) [6].

В архивах науки, в том числе и русской, мысль о жизни как о космическом явлении существовала уже давно. В конце семнадцатого века голландский ученый Христиан Гюйгенс (1629—1695) в своей последней работе "Космотеорос", вышедшей в свет уже после его смерти, научно выдвинул эту проблему. Книга эта была дважды, по инициативе Петра Великого, издана на русском языке под заглавием "Книга мировоззрения" в первой четверти восемнадцатого века (4). Гюйгенс в ней установил научное обобщение, что "жизнь есть космическое явление, в чем-то резко отличное от косной материи". Это обобщение я назвал недавно "принципом Гюйгенса" (5).

Живое вещество по весу составляет ничтожную часть нашей планеты. По-видимому, это соотношение наблюдается в течение всего геологического времени, т.е. геологически вечно (6). Живое вещество сосредоточено в тонкой, более или менее сплошной, пленке на поверхности суши в тропосфере, в лесах и полях, и проникает весь океан. Количество его исчисляется примерно 0,25% биосферы по весу. На суше оно идет в сплошных скоплениях на глубину в среднем, вероятно, меньше 3 км.

НООСФЕРА (7)

Мы приближаемся к решающему моменту во второй мировой войне. Она возобновилась в Европе после 21-годового перерыва, в 1939 г., и длится в Западной Европе пять лет, а у нас, в Восточной Европе, три года. На Дальнем Востоке она возобновилась раньше — в 1931 г. — и длится уже 12-й год. В истории человечества и в биосфере вообще война такой мощности, длительности и силы — *небывалое явление*. К тому же ей предшествовала тесно с ней связанная причинно, но значительно менее мощная первая мировая война.

В нашей стране эта первая мировая война привела к новой — исторически *небывалой* — *форме государственности* не только в области экономической, но и в области национальных стремлений. С точки зрения натуралиста (а думаю, и историка) можно и должно рассматривать исторические явления такой мощности как единый большой земной *геологический*, а не только *исторический* процесс.

Первая мировая война лично в моей научной работе отразилась самым решающим образом. Она изменила в корне мое *геологическое миропонимание*. В атмосфере этой войны я подошел в геологии к новому для меня и для других и тогда забытому пониманию природы — к геохимическому и биогеохимическому, охватывающему и косную и живую природу с одной и той же точки зрения (8). Я провел годы первой мировой войны в непрерывной научно-творческой работе; неуклонно продолжая ее в том же направлении и до сих пор.

28 лет назад, в 1915 г., в Академии наук была образована академическая "Комиссия по изучению производительных сил" нашей страны, так называемый КЕПС, председателем которого я был, сыгравшая заметную роль в критическое время первой мировой войны. Ибо для Академии наук совершенно неожиданно в разгаре войны выяснилось, что в царской России не было точных данных о так называемом теперь стратегическом сырье, и нам пришлось быстро сводить воедино рассеянные данные и быстро покрывать недочеты нашего знания (9).

К сожалению, ко времени начала второй мировой войны сохранилась наиболее бюрократизированная часть нашей комиссии, так называемый Совет по изучению производительных сил и стало необходимо спешно восстанавливать остальные ее подразделения.

Подходя геохимически и биогеохимически к изучению геологических явлений, мы охватываем всю окружающую нас природу в одном и том же атомном аспекте. Это как раз — бессознательно для меня — совпало с тем, что, как оказалось теперь, характеризует науку XX в. и отличает ее от прошлых веков. *XX век есть век научного атомизма*.

В эти годы, 1917—1918, так получилось, что совершенно случайно я оказался на Украине (10) и вплоть до 1921 г. был не в состоянии возвратиться в Петроград. Все эти годы, где бы я ни был, я был охвачен мыслью о геохимических и биогеохимических проявлениях в окружающей меня природе, в биосфере. Наблюдая ее, я в то же время направил интенсивно и систематически

в эту сторону и свое чтение, и свое размышление. Получаемые мною результаты я излагал постепенно, как они складывались, в виде лекций и докладов в тех городах, где мне пришлось в то время жить: в Ялте, в Полтаве, в Киеве, в Симферополе, в Новороссийске, в Ростове и других. Кроме того, всюду — почти во всех городах, — где мне пришлось жить, — я читал все, что можно было в этом аспекте, в широком его понимании, достать. Стоя на эмпирической почве, я оставил в стороне, сколько был в состоянии, всякие философские искания и старался опираться только на точно установленные научные и эмпирические факты и обобщения, изредка допуская рабочие научные гипотезы. В связи со всем этим в явления жизни я ввел вместо понятия "жизнь" понятие "живого вещества", сейчас, мне кажется, прочно утвердившееся в науке. "Живое вещество" есть совокупность живых организмов. Это не что иное, как научное, эмпирическое обобщение всем известных и легко и точно наблюдаемых бесчисленных, эмпирически бесспорных фактов. Понятие "жизнь" всегда выходит за пределы понятия "живое вещество" в области философии, фольклора, религии, художественного творчества. Это все отпало в "живом веществе".

В ходе геологического времени живое вещество изменяется морфологически согласно законам природы. История живого вещества в ходе времени выражается в медленном изменении форм жизни, форм живых организмов, генетически между собой непрерывно связанных, от одного поколения к другому, без перерыва. Веками эта мысль поднималась в научных исканиях; в 1859 г. она, наконец, получила прочное обоснование в великих достижениях *Чарльза Дарвина* (1809—1882) и *Уоллеса* (1822—1913). Она вылилась в учение об эволюции видов — растений и животных, в том числе и человека. Эволюционный процесс присущ только живому веществу. В косном веществе нашей планеты нет его проявлений. Те же самые минералы и горные породы образовывались в криптозойское эре, какие образуются и теперь (11). Исключением являются биокосные природные тела, всегда связанные так или иначе с живым веществом (12).

Изменение морфологического строения живого вещества, наблюдаемое в процессе эволюции, в ходе геологического времени, неизбежно приводит к изменению его химического состава (13).

Если количество живого вещества теряется перед косной и биокосной массой биосферы, то биогенные породы составляют огромную часть ее массы, идут далеко за пределы биосферы. Учитывая явления метаморфизма, они превращаются, теряя всякие следы жизни, в гранитную оболочку, выходят из биосферы. Гранитная оболочка Земли есть область былых биосфер (14). В замечательной по многим мыслям книге *Ламарка "Hydrogéologie"* (1802) живое вещество, как я его понимаю, являлось создателем главных горных пород нашей планеты. *Ламарк де Монне* (1744—1829) до самой смерти не принимал открытий *Лавуазье* (1743—1794). Но другой крупнейший химик *Ж. Б. Дюма*, его младший современник (1800—1884), много занимавшийся химией живого вещества, долго держался представлений о количественном значении живого вещества в строении горных пород биосферы.

Младшие современники Ч. Дарвина — Д.Д. Дана (1813—1895) и Д. Ле-Конт (1823—1901), два крупнейших североамериканских геолога (а Дана к тому же минералог и биолог), выявили еще до 1859 г. эмпирическое обобщение, которое показывает, что *эволюция живого вещества идет в определенном направлении*. Это явление было названо Дана "цефализацией", а Ле-Контом "психозойской эрой". Дана, подобно Дарвину, пришел к этой мысли, к этому пониманию живой природы во время своего кругосветного путешествия, которое он начал через два года после возвращения в Лондон Дарвина, т.е. в 1838 г., и которое продолжалось до 1842 г. (15).

Эмпирические представления о направленности эволюционного процесса — без попыток теоретически их обосновать — идут глубже, в XVIII в. Уже Бюффон (1707—1788) говорил о царстве человека, в котором он живет, основываясь на геологическом значении человека. Эволюционная идея была ему чужда. Она была чужда и Агассису (1807—1873), введшему в науку идею о ледниковом периоде. Агассис жил уже в эпоху бурного расцвета геологии. Он считал, что геологически наступило царство человека, но из богословских представлений высказывался против эволюционной теории. Ле-Конт указывает, что Дана, стоявший раньше на точке зрения, близкой Агассису, в последние годы жизни принял идею эволюции в ее тогда обычном, дарвиновском понимании (16). Разница между представлениями о "психозойской эре" Ле-Конта и "цефализацией" Дана исчезла. К сожалению, в нашей стране особенно, это крупное эмпирическое обобщение до сих пор остается вне кругозора биологов.

Правильность принципа Дана, который оказался вне кругозора наших палеонтологов, может быть легко проверена теми, кто захочет это сделать, по любому современному курсу палеонтологии. Он охватывает не только все животное царство, но ярко проявляется и в отдельных типах животных. Дана указал, что в ходе геологического времени, т.е. на протяжении двух миллиардов лет, по крайней мере, а наверное много больше, наблюдается скачкообразное усовершенствование — рост — центральной нервной системы, начиная от ракообразных (на которых эмпирически и установил свой принцип Дана) и от моллюсков (головногих) и кончая человеком. Это явление и названо им цефализацией. Раз достигнутый уровень мозга в достигнутой эволюции не идет уже вспять, только вперед.

Исходя из геологической роли человека, геолог А.П. Павлов (1854—1929) в последние годы своей жизни говорил об *антропогенной эре*, нами теперь переживаемой. Он не учитывал возможности тех разрушений духовных и материальных ценностей, которые мы сейчас переживаем вследствие варварского нашествия немцев и их союзников, через десять с небольшим лет после его смерти, но он правильно подчеркнул, что человек на наших глазах становится могучей геологической силой, все растущей. Эта геологическая сила сложилась геологически длительно, для человека совершенно незаметно. С этим совпало изменение (материальное, прежде всего) положения человека на нашей планете. В XX в. впервые в истории Земли человек узнал и охватил всю биосферу, закончил географическую

карту планеты Земли, расселился по всей ее поверхности. *Человечество своей жизнью стало единым целым.* Нет ни одного клочка Земли, где бы человек не мог прожить, если бы это было ему нужно. Наше пребывание в 1937—1938 гг. на плавающих льдах Северного полюса это ярко доказало. И одновременно с этим благодаря мощной технике и успехам научного мышления, благодаря радио и телевидению человек может мгновенно говорить в любой точке нашей планеты с кем угодно. Перелеты и перевозки достигли скорости нескольких сотен километров в час и на этом они еще не остановились. Все это результат "цефализации", роста человеческого мозга и направляемого им его труда.

В ярком образе экономист *Л. Брентано* иллюстрировал планетную значимость этого явления. Он подсчитал, что если бы каждому человеку дать один квадратный метр и поставить всех людей рядом, они не заняли бы даже всей площади маленького Боденского озера на границе Баварии и Швейцарии. Остальная поверхность Земли оставалась бы пустой от человека. Таким образом, все человечество, вместе взятое, представляет ничтожную массу вещества планеты. Мощь его связана не с его материей, но с его мозгом. В геологической истории биосферы перед человеком открывается огромное будущее, если он поймет это и не будет употреблять свой разум и свой труд на самоистребление.

Геологический эволюционный процесс отвечает биологическому единству и равенству всех людей — *Homo sapiens* и его геологических предков *Sinanthropus* и др., потомство которых для белых, красных, желтых и черных рас — любым образом среди них всех — развивается безостановочно в бесчисленных поколениях (17). Это *закон природы*. В историческом состязании, например в войне такого масштаба, как нынешняя, в конце концов побеждает тот, кто этому закону следует. Нельзя безнаказанно идти против принципа единства всех людей как закона природы. Я употребляю здесь понятие "закон природы", как это теперь все больше входит в жизнь в области физико-химических наук как точно установленное эмпирическое обобщение.

Исторический процесс на наших глазах коренным образом меняется. Впервые в истории человечества интересы народных масс, с одной стороны, и свободной мысли личности — с другой, 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*.

В 1922—1923 гг. на лекциях в Сорбонне в Париже я принял как основу биосферы *биогеохимические явления*. Часть этих лекций была напечатана в моей книге "Очерки геохимии", которая впервые была издана на французском языке в 1924 г., а затем в 1927 г. — в русском переводе (18). Приняв установленную мною биогеохимическую

основу биосферы за исходное, французский математик и философ бергсонянец *Е. Ле-Пуа* в своих лекциях в Коллеж де Франс в Париже ввел в 1927 г. понятие ноосферы (19) как современной стадии, геологически переживаемой биосферой. Он подчеркивал при этом, что он пришел к такому представлению вместе со своим другом, крупнейшим геологом и палеонтологом *Тейьяром де Шарденом*, работающим теперь в Китае.

Ноосфера есть новое геологическое явление на нашей планете. В ней впервые человек становится *крупнейшей геологической силой*. Он может и должен перестраивать своим трудом и мыслью область своей жизни, перестраивать коренным образом по сравнению с тем, что было раньше. Перед ним открываются все более и более широкие творческие возможности. И может быть, поколение наших внуков уже приблизится к их расцвету.

Здесь перед нами встала новая загадка. *Мысль не есть форма энергии*. Как же может она изменять материальные процессы? Вопрос этот до сих пор научно не разрешен. Его поставил впервые, сколько я знаю, американский ученый, родившийся во Львове, математик и биофизик *Альфред Лотка* (20). Но решить его он не мог. Как правильно сказал некогда *Гёте* (1749—1832), не только великий поэт, но и великий ученый, в науке мы можем знать только, *как* произошло что-нибудь, а *не почему*. Что касается наступления ноосферы, то эмпирические результаты такого "непонятного" процесса мы видим кругом нас на каждом шагу. Минералогическая редкость — самородное железо — вырабатывается теперь в миллиардах тонн. Никогда не существовавший на нашей планете самородный алюминий производится теперь в любых количествах. То же самое имеет место по отношению к почти бесчисленному множеству вновь создаваемых на нашей планете искусственных химических соединений (биогенных "культурных" минералов). Масса таких искусственных минералов непрерывно возрастает. Все *стратегическое сырье* относится сюда. Лик планеты — биосфера — химически резко меняется человеком сознательно, и главным образом бессознательно. Меняется человеком физически и химически воздушная оболочка суши, все ее природные воды. В результате роста человеческой культуры в XX в. все более резко стали меняться прибрежные моря и части океана. Человек должен теперь принимать все большие и большие меры к тому, чтобы сохранить для будущих поколений никому не принадлежащие морские богатства. Сверх того человеком создаются новые виды и расы животных и растений. В будущем нам рисуются как возможные сказочные мечтания: человек стремится выйти за пределы своей планеты в космическое пространство. И, вероятно, выйдет [7].

В настоящее время мы не можем не считаться с тем, что в переживаемой нами великой исторической трагедии мы интуитивно пошли по правильному пути, который отвечает ноосфере. Я говорю "интуитивно", поскольку вся история человечества развивается в этом направлении. Историк и государственный деятель только подходят к охвату явлений природы с этой точки зрения. Очень интересен в этом

отношении подход к этой проблеме, как историка и государственного деятеля, *Уинстона Черчилля* (1932) (21).

Ноосфера — последнее из многих состояний эволюции биосферы в геологической истории — состояние наших дней. Ход этого процесса только начинает нам выясняться из изучения ее геологического прошлого в некоторых своих аспектах. Приведу несколько примеров. Пятьсот миллионов лет тому назад, в кембрийской геологической эре, впервые в биосфере появились богатые кальцием скелетные образования животных, а растений больше двух миллиардов лет тому назад. Эта кальциевая функция живого вещества, ныне мощно развитая, была одной из важнейших эволюционных стадий геологического изменения биосферы (22). Не менее важное изменение биосферы произошло 70—110 млн лет тому назад, во время меловой системы, и особенно третичной. В эту эпоху впервые создались в биосфере наши зеленые леса, всем нам родные и близкие. Это другая большая эволюционная стадия, аналогичная ноосфере. Вероятно, в этих лесах эволюционным путем появился человек около 15—20 млн лет тому назад.

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.

22 июля, Боровое — 15 декабря 1943 г., Москва.

Часть II

**ФРАГМЕНТЫ
ИЗ НАУЧНЫХ ТРУДОВ,
СТАТЕЙ,
ПИСЕМ И ДНЕВНИКОВ,
ОТРАЖАЮЩИЕ ЗАРОЖДЕНИЕ
И РАЗВИТИЕ ИДЕЙ
О ПЕРЕХОДЕ БИОСФЕРЫ
В НООСФЕРУ**

1. РАЗУМ И ТРУД ЧЕЛОВЕКА КАК ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СИЛА ПЛАНЕТЫ

1882 год

Никогда человек не имел такого влияния на окружающую его природу, как теперь, никогда еще это влияние не было так разнообразно и так сильно. Человек настоящего времени представляет из себя геологическую силу, и сила эта сильна именно тем, что она возрастает, и предела ее возрастанию нам не видно. Таким он является благодаря науке, теперь все более и более захватывающей жизнь человека, науке, которая в лице лучших своих представителей стремится сделать предметом своего исследования все возможное, захватывает все области, которые ей были закрыты испокон веков и представлены на волю человеческой фантазии. Открываются новые методы науки, накапливаются новые факты, а с новыми фактами, с их объяснениями и появляются приложения к практической жизни — эти методы, факты, гипотезы доставляют то орудие, которое удешевляет силы человека. Он познает природу и старается вывести из этого познания могущество, старается так приладить проявления природы, чтобы они были полезны ему, человеку. И мы видим, что он в немногие годы прорывает перешейки, осушает озера, изменяет течение рек; мы видим, что он овладевает силою пара, силою электричества; делает бесплодные, лишенные растительности места покрытыми роскошной растительностью. Он потребляет накопленные за миллионы лет до него склады угля и распределяет скрытую в них силу, энергию по своему желанию; он является одним из важнейших агентов в распределении видов органической и неорганической природы, уничтожает одни, создает другие. Неоспоримо, самый сильный в наше время организм есть он. Несомненно, он важнейший агент в той полосе земного сфероиды, где деятелем является сила органической материи. Полоса эта невелика, но и она расширяется его деятельностью: он поднимался так высоко над Землею, как никто не поднимался до него, он прорывался так глубоко в недра земли, бывал там, где никогда не бывал организм.

Сила его велика, велика потому, что проявляется в самых разнообразных явлениях природы, что пылливому уму человека есть дело до всего, что он не оставляет в покое ничего.

Из доклада студента В.И. Вернадского "О предсказании погоды" на заседании Студенческого научно-литературного общества СПб. университета. 1882 г. Рукопись ААН, ф. 518, оп. 1, N 277, л. 1, 2.

Моя цель — познание всего, что возможно человеку в настоящее время сообразно его силам (и специально моим) и времени. Я хочу, однако, увеличить хоть отчасти запас сведений, улучшить хоть немного состояние человека. А улучшить это, к сожалению моему,

в мое время зависит не только от научных знаний и приложения их к борьбе с природой, а еще и к борьбе с людьми, и деятельности политической. Могущественным орудием тут является публицистика, научная, неопровержимая, логичная.

Из "Записок по истории Украины", 27. V 1882 г. Стр. автобиогр., с. 33.

1884 год

Разум человека развивался постепенно, и мы можем или вернее, могли бы проследить это развитие, изучая его состояние в разных группах животного царства и у разных народов. Есть, однако, многое, общее большинству людей, есть такие выводы, которые будут приняты необходимыми всем людям, и это составляет наш разум.

Из путевого дневника за июль 1884 г. ААН, ф. 518, оп. 2, N 4. л. 9.

Задача человека заключается в доставлении наивозможно большей пользы окружающим <....> Наряду с этим нельзя забывать, что жизнь человека кончается с тем, что называют иногда "временной", "земной", и что здесь, в этой жизни, он должен достигнуть возможно большего счастья. Такое состоит как в умственном и художественном кругозоре, так и в материальной обеспеченности; умственный кругозор — наука; художественный — изящные искусства, поэзия, музыка, живопись, скульптура и даже религия — мир человеческой фантазии, мир идеалов и самых приятных слов; материальная обеспеченность — необходима в меньшей степени, так как ее удовольствия, по грубости, отходят на второй план, но необходимость их слишком чувствительна и без нее обойтись нельзя и незачем. Всего этого достигает человек — только благодаря крови, страданию поколений до нас и сотен тысяч людей в наше время. Как для того, чтобы это не отравляло радостей, так и для того, чтобы другие, плоть от плоти и кровь от крови наших, могли достигнуть удовольствия после нас, — необходимо работать над поднятием и улучшением, над развитием человечества.

Ставя целью развитие человечества, мы видим, что оно достигается разными средствами, и одно из них — наука. Наука доставляет сама такое обширное удовольствие, она приносит такую большую пользу, что можно было бы, казалось, остаться деятелем одной чистой науки. Это было бы приятнее. Но так оно было бы, если бы можно было заставить себя не вдумываться за пределом узкого круга специальности; когда теряется мировоззрение, с ним теряется высшее, осмысленное удовольствие, доставляемое наукой, и остаются отдельные микроскопические радости; чувство долга и стремление к идеалу завладевают человеком, смотрящим на науку обширным взглядом, а не взглядом специалиста, не видящего ничего за пределами своей специальности и мнящего себя ученым.

Из дневника 11 мая 1884 г. Стр. автобиогр., с. 39.

Что такое жизнь? И мертва ли та материя, которая находится в вечном непрерывном законном движении, где происходит бесконеч-

ное разрушение и созидание, где нет покоя? Неужели только едва заметная пленка, на бесконечно малой точке мироздания — Земле, обладает коренными особенными свойствами, а всюду и везде царит смерть?

Разве жизнь не подчинена таким же строгим законам, как и движение планет, разве есть что-нибудь в организмах сверхъестественное, что бы отделяло их резко от остальной природы?

Покуда можно только предлагать эти вопросы. Их решение дастся рано или поздно наукой.

Из студенческой работы "Об осадочных перепонках", XII. 1884 г. ААН, ф. 518, оп. 1, N 212, л. 43.

1886 год

Представляется мне время иное, время будущее. Поймет человек, что не может он любить человечество, не любя отдельных лиц, поймет, что не любовью будет его сочувствие к человечеству, а чем-то холодным, чем-то деланным <...> раз он не забудет самого себя, все свои помыслы, все свои мечты и желания в одном великом чувстве любви.

Из письма к Н.Е. Вернадской от 2.VI 1886 г. Стр. автобиограф., с. 51.

1888 год

Я думаю, что народная массовая жизнь представляет из себя нечто особенное, сильное, могучее. Масса народная обладает известной возможностью вырабатывать известные знания, понимать явления — она как целое и живое, обладает своей сильной и чудной поэзией, своими законами, обычаями и своими знаниями; я думаю, что она обладает и еще одним качеством — она дает счастье отдельным людям, которые живут с ней неразрывно <...>. Я сознаю, что в народных массах бессознательно идет работа, благодаря которой вырабатывается что-то новое, что-то такое, для чего и стоит жить, и что приведет к неведомым, неизвестным результатам. Самое важное и самое глубокое, что есть в этой выработке новых идеалов народными массами — это то, что идеал вырабатывается жизнью <...>.

Я вижу, как из работы отдельных лиц, опирающихся и исходящих постоянно из познанного массами, выработалось огромное, подавляющее здание науки; я вижу, как неумоимо идет работа в нем — работа ошупью, работа почти всегда наугад, или как из нестройных, беспорядочных попыток <...>, мало-помалу, годами и столетиями вырабатывается нечто более стройное и более упорядоченное.

Задача вся состоит в том, чтобы и эта работа вошла в общую массовую жизнь, чтобы масса поднялась до этой работы и влила сама в нее то, чего недостает в ней. И как явилась прекрасной ее поэзия, как явилась чудной ее музыка и как явились высоко гармоничными те или иные мысли, идеалы, стремления из массовой жизни — так, я думаю, должны явиться могучим и новым наука и знание, вошедшие в массы, и их до себя поднявшие <...>.

Мне иногда кажется, что эта массовая жизнь есть какой-то отголосок космических сил, которые — мы видим — действуют всюду, и что, если бы мы могли применить здесь обычные нам логические методы, мы могли бы разбить эту жизнь на известные рамки, на известные частички, которые оказались бы связанными с более широкими и более общими явлениями, мы смогли бы найти "законы" этой жизни и "формулы" ее развития.

Но ясно одно — если у тебя Сомнение касается всего и ни перед чем не останавливается, — оно заставит тебя сомневаться и в обычных путях познания, оно не оставит ничего недоказанным и заставит тебя желать узнать. А узнать ты можешь не одним способом; узнать ты можешь не только одним путем "научного" анализа и т.п. методов, "узнать" — ты так не можешь, если бы ты даже трудился дни и ночи... Ты должен узнавать всеми средствами — и вот тебе способ познания, где вся жизнь твоя, весь ее уклад является средством того же познания, где достигается какая-то особая, какая-то новая гармоничность, правильность, — и этой гармоничностью, несомненно, тоже достигается "знание".

Из письма товарищу по университету В.В. Водовозову от 22.X. 1888 г.
Стр. автобиограф., с. 66.

1890 год

В сущности, впечатление от поездки на родину не из веселых, но, конечно, оно ни в коем случае не неожиданно, и не слишком поражающе. Только глубже, только сознательнее становится отношение к жизни, строже отношение к себе, возбуждается желание работать и страстная жажда мысли.

Понимается, что Мысль в общей жизни человечества — все, самое главное. Для жизни отдельных лиц имеют цель доброта, нежность, чувство, без этого, конечно, нельзя и не стоит жить, но для целого общества, для целой массы Мысль заменяет все. И я ясно, сильно чувствую, как это необходимо, как меня мутят, мучают, раздражают всякие стеснения Мысли.

Из письма к Н.Е. Вернадской от 5. VII 1890 г. Стр. автобиограф., с. 76.

Существование человека для науки (называемое иногда в жизни служением в науке, а я не отделяю от науки стремящееся к истине и искусство) вносит в жизнь светлые лучи идеала.

Из письма к Н.Е. Вернадской от 11. X 1890 г. Стр. автобиограф., с. 93.

1892 год

Влияние идеи и мысли на текущую будничную жизнь широко и постоянно; оно несколько веков становится сильнее и могущественнее. Этот процесс обещает много впереди; сама его продолжительность (непрерывность) зависит от неуклонного к нему стремления отдельных сознательных личностей. В явлениях текущей жизни каждая личность тем более имеет влияние на жизнь, тем более ведет к победе мысли

(т.е. гармонии и красоты), чем сознательнее постоянно и серьезно она ищет проявления основных идей в окружающей текущей жизни, чем непреклоннее и яснее оценивает каждое явление со стороны общих, дорогих ей принципов и чем более выясняет себе, что именно с точки зрения Мысли и Идеи значит каждое событие текущей будничной жизни, что надо делать, чтобы оно шло по пути идеи и мысли. Тогда каждая личность в своей жизни является отдельным борцом проникновения сознания в мировые процессы, она своей волей становится одним из создателей и строителей общего закона, общего изменения, изменения сознательного, тех или иных процессов, и этим путем участвует в глубоком процессе — переработки мировых явлений в целях, выработанных Сознанием. Сила личности, влияние ее, понимание ею жизни (а тут работа над пониманием — есть сама по себе общественное дело великой важности для всякой личности, не живущей на необитаемом острове) увеличиваются по мере вдумывания в процессы будничной жизни.

Вдумывание в эти процессы имеет еще другое значение, так как в них сказывается мысль и других сознательных личностей и на них познается, пробуется всякий принцип, всякая идея другими личностями. Понятно поэтому, что многое новое и отсутствующее в остальных естественных явлениях должно раскрываться и уясняться для всякого человека при вдумывании в совершающуюся вокруг него мелкую, глухую жизнь.

Так ли глуха эта жизнь, как она кажется? Так ли она бесформенна и случайно-бесцельна, как представляется? Так ли бессильна личность противиться уродливым проявлениям жизни? И не есть ли отсутствие ясного понимания и оглашения этой уродливости отдельными личностями — самая основная причина и главная сила всех уродливых течений жизни?

Общество тем сильнее, чем оно более сознательно, чем более в нем места сознательной работе по сравнению с другим обществом. Всякий его поступок тем более правилен, т.е. находится в гармонии с "общим благом, с maximum'ом доступного нашей эпохе напряжения сознания в мировой жизни", чем ярче он является результатом работы числа людей, могущих мыслить. Когда есть ряд человеческих обществ, — и в этих обществах, государствах, в одних — широко дана возможность мыслящим единицам высказывать, обсуждать и слагать свое мнение — в других такая возможность доведена до minimum'a, — то первые общества гораздо сильнее и счастливее вторых обществ. Если же в первых, сверх того, необходимые коллективные поступки делаются на основании правильно составленного мнения лучших людей, а во вторых — на основании мнения случайного характера людей случайных, — то сила первых обществ еще более увеличивается. В таком случае неизбежным образом для вторых обществ ставится на карту вопрос их существования, и жизнь в них становится труднее и безобразнее. Между тем совершенствование первых обществ возможно лишь при охвате ими всех людей, живущих в условиях возможности внешних сношений, и возможно лишь при необходимом усложнении всех сторон будничной жизни.

Вследствие этого правильность поступков общин 2-го типа становится меньше, а, следовательно, условия жизни входящих в их состав единиц с каждым годом все менее благоприятны. Жизнь человечества все более усложняется, сношения между людскими общинами увеличиваются, коллективные поступки других общин становятся все правильнее — а потому ошибочность в поступках общин 2-го типа увеличивается и ненормальность их устройства становится яснее и серьезнее. Это естественные враги.

В таком случае является необходимость найти исход из ненормального положения. Мыслимы три случая. Или такая община, или такое государство достаточно физически сильно и может направить данную силу дурно, т.е. противно людскому благу и интересам прогресса; или оно не может победить прочих государств и должно медленно или быстро разрушаться, или в нем достаточно людей с сильной волей и ясным сознанием, и эти люди могут изменить ненормальные условия жизни.

Существование таких людей необходимо во всех случаях. Их количество и качество решают судьбу государства. Между тем все условия жизни в таких обществах препятствуют, вообще говоря, их образованию — а потому те, которые почему бы то ни было могли образовываться в таком государстве, должны особенно напрягать свои силы и жить особенно интенсивно и вдумчиво.

Из записок. VIII 1892 г. ААН, ф. 518, оп. 1, д. N 215, л. 1—8.

1901 год

Дух научного искания тождественен и неразрывно связан с чувством человеческого достоинства, а потому в явной, открытой общественной жизни он не может не быть положен в основу явных действий. Отклонения личной нравственности или нравственности небольших групп, научно высокоразвитых, совершаются всегда тайно и идут в противоречии с основным принципом научного развития. Наука основана на основе свободы человеческого разума, тесно и неразрывно связанного с демократическим духом равенства.

Из дневника. 22. VII 1901 г. Стр. автобиогр., с. 184.

1903 год

Недавно окончился XIX век, к концу его и в ближайшие годы нового двадцатого столетия во всех культурных странах земного шара подводились итоги прошедшей столетней жизни человечества. В текущей спешной и запутанной ежедневной работе нам нет времени и возможности останавливаться на размышлении и оценке разных сторон ближайшего прошлого. Но формальный предлог окончившегося столетия дал возможность всюду сразу произвести эту оценку со всех точек зрения, заставил мысли миллионов людей хотя на время остановиться и задуматься над тем, что прожито и сделано ближайшими поколениями, и проникнуть хотя бы слегка в далекое будущее нового открывающегося столетия. Что оно несет нам, к чему

клонится вековая работа человечества, что вынырнет из мрака времен перед нами и ближайшими к нам поколениями?

Конечно, итоги и ответы на такие вопросы не могли быть одинаковы среди людей неодинакового образования, несовместимости интересов, разного общественного и культурного состояния, но все же из сложной и противоречивой массы ответов возможно уловить некоторые общие ноты, возможно услышать общие впечатления. Эти общие впечатления указывают на основные и главные черты переживаемого исторического периода, входят в сознание мыслящего человечества и, в свою очередь, направляют и определяют его дальнейшую деятельность.

Две характерные стороны прожитого столетия особенно резко выделяются в общественном сознании.

С одной стороны, красной нитью в истекшем столетии проходит рост науки и развитие научного миропонимания. Они проявились как в коренном изменении условий обыденной жизни — в открытиях и изобретениях техники, так и в проникновении научной работы в области, которым она оставалась чуждой в прежние периоды жизни человечества — в создании новых "наук". Под их влиянием изменился характер государственных учреждений, выросли новые функции государственных и общественных организаций, совершенно неизвестные государствам и обществам даже XVII и XVIII столетий. Впервые в этом столетии под почти неслышанным раньше и своеобразным влиянием научных доктрин и воззрений проявились в истории европейского и американского обществ могущественные народные движения пролетариата, и социализм — в его главных течениях — так или иначе исходил из научных представлений о правильном общественном устройстве. Под влиянием научного движения в не менее резкой степени меняется положение религий в общественной жизни и понимание религиозных доктрин людьми, затронутыми образованием; что еще важнее, появились новые формы религиозного сознания, считающиеся с теми данными, которые кажутся научно доказанными, и исходят из них в своих построениях; эти формы "реформированных" религий являются явными указателями силы научного движения в истекшем столетии, и едва ли до сих пор оценено все значение этих новых форм понимания старого или попыток новой обработки искомым религиозных проблем. Не менее крупное влияние оказало развитие науки на положение к концу столетия философских доктрин и философского миропонимания. Даже в областях искусства в XIX в. — в этих наиболее далеких от науки проявлениях человеческого сознания — видим мы и чувствуем могущественное влияние научного миропонимания, главным образом благодаря коренному изменению и открывающимся безграничным горизонтам техники...

И невольно под влиянием этой картины неуклонного роста научного миропонимания в течение всего XIX столетия — во всех оценках и итогах, в умах и сознании огромного большинства мыслящего человечества является признание роста науки как одного из характерных признаков XIX столетия, и в то же время в неясной, конечно, но захватывающей форме рисуется в будущем дальнейший

рост научного сознания, чувствуется и понимается неизбежность новых, дальнейших успехов знания, достижение наукой того, что кажется нам пока самыми смелыми фантазиями. В некоторых отношениях этот рост был быстрее порывов человеческой фантазии, и кое-где научно достигнутое определило те границы возможного, которые еще недавно ставились человеком.

Из очерка "Прогресс науки и народные массы". 1903. Тр. по всеобщ. ист. н., с. 186.

Что такое "научное мировоззрение"? Есть ли это нечто точное, ясное и неизменное, или медленно, или быстро меняющееся в течение долгого, векового развития человеческого сознания? Какие явления и какие процессы научной мысли оно охватывает? <...>.

Научное мировоззрение есть создание и выражение человеческого духа; наравне с ним, проявлением той же работы служат религиозное мировоззрение, искусство, общественная и личная этика, социальная жизнь, философская мысль или созерцание. Подобно этим крупным отражениям человеческой личности, и научное мировоззрение меняется в разные эпохи у разных народов, имеет свои законы изменения и определенные ясные формы проявления.

"О научном мировоззрении". 1903. Избр. тр. по ист. н., с. 36—39.

1905 год

Дело будущего развития науки — подойти к таким задачам и к таким научным вопросам, которые заставят философскую мысль искать новых путей, как искал и нашел их Кант, когда наука XVIII столетия вошла в коллизию с философскими системами XVIII в. Своеобразное развитие точного знания и математики за последние десятилетия ясно, кажется мне, показывают, что мы входим в этот новый период, и перед человеческой мыслью начинают слагаться новые горизонты, которые потребуют от нее новой созидательной философской работы. Это — дело ближайшего будущего.

Кант и естествознание XVIII столетия. 1905. Избр. тр. по ист. н., с. 214.

1906 год

Среди сутолоки жизни и преходящих интересов дня не обращают на себя внимания вечные философские вопросы, волнующие человечество, отвлеченные, абстрактные искания человеческой мысли. А между тем именно они в действительности управляют современным движением, они руководят действиями отдельных лиц, двигают народные массы, дают тон всему содержанию русской жизни; в них кроется смысл движения, и оно может быть понято и оценено только при свете этих вечно юных, далеких от мелочей жизни идей и стремлений. Будущий историк, обращаясь к великой русской революции, увидит в ней проявление и провозглашение этих абстрактных идей, он извлечет их в конкретной форме отдельных событий, и в таком виде они явятся живительными и самостоятельными агентами будущего развития человечества, как являются теперь для нас и являлись в течение

ние всего XIX столетия абстрагированные и опозтизированные события Великой французской революции конца XVIII века.

В настроениях минуты и в событиях дня можно отметить три таких течения, которые смотрят вперед, которые не стремятся восстановить прошлое, которые кладут камни будущему строю человеческого общества. В их борьбе — на конкретной почве русской действительности — вырисовывается для нас смысл переживаемых нами событий, заключается глубочайший философский интерес прошедшего дня.

Одно из них тесно связано с великим социалистическим движением XIX столетия. Оно является результатом социалистического мировоззрения, социалистического понимания хода и задач общественной жизни <...>.

Социализм явился прямым и необходимым результатом роста научного мировоззрения; он представляет из себя, может быть, самую глубокую и могучую форму влияния научной мысли на ход общественной жизни, какая только наблюдалась до сих пор в истории человечества, если исключить влияние техники, ибо это последнее совершается вне воли и сознания ее творцов. Социализм же есть явление сознательное, и вся сила и весь смысл его заключается в проявлении сознательности в народных массах, в их сознательном участии в окружающей жизни. Социализм вырос из науки и связан с нею тысячью нитей; бесспорно, он является ее детищем, и история его генезиса — в конце XVIII — первой половине XIX столетия — полна с этой точки зрения глубочайшего интереса. Он явился одним из следствий неизбежного демократического характера науки и научного мышления, ибо наука — по самой сути вещей — не может признавать возможными какие-либо грани и различия между теми, кто способен овладеть научным мышлением и выступить на научную дорогу. Там все равны, и правильное развитие науки предполагает демократическое общественное устройство, ибо вся конструкция науки к нему приспособлена, предполагает его существующим, во всяком случае, в научной области.

Глубокая критика хозяйственной жизни раскрыла перед нами причины экономического неравенства и связанных с ними несчастий и страданий с такой силой, какая была раньше неизвестна.

Исторический смысл событий в России 1905—1906 гг. Философские мысли, с. 409, 410.

1910 год

Благодаря открытию явлений радиоактивности, мы узнали новый негаданный источник энергии. Этим источником явились химические элементы. Они, сами по себе, постоянно выделяют энергию — лучи разного рода и разных свойств: лучи α , β , γ способны производить работу, несут электричество разного знака, производят самые разнообразные изменения в окружающей среде <...>.

<...> И невольно перед нами выдвигается основной вопрос в области радия. Почему в эти 14 лет, когда совершился переворот в научном

мировоззрении, так слабо отразился он на картине природы, и еще медленнее и слабее он проник в область наиболее нам ценную — в область человеческой жизни, человеческого сознания?

Ответ на эти вопросы дает изучение прошлого. Мы знаем, что научные открытия не являются во всеоружии, в готовом виде. Процесс научного творчества, озаренный сознанием отдельных великих человеческих личностей, есть вместе с тем медленный и вековой процесс общечеловеческого развития. Историк науки открывает всегда невидимую современниками, долгую и трудную подготовительную работу; корни всякого открытия лежат далеко в глубине и, как волны, бьющиеся с разбега о берег, много раз плещется человеческая мысль около подготавливаемого открытия, пока придет девятый вал!

Задача дня в области радия. 1910. Оч. и речи, I, с. 32, 37, 38.

1912 год

Деятельность человека. В последние века появился новый фактор, который увеличивает количество свободных химических элементов, преимущественно газов и металлов, на земной поверхности. Фактором этим является деятельность человека.

В общем, человек действует в том же направлении, в каком, как мы видели, идет деятельность органического мира. Но с появлением человека эта деятельность получает новые оттенки и совершенно новое направление. Начинаются новые реакции — выделение в элементарном состоянии таких тел, как Fe, Zn, Sn, Pb, Al, Ni и пр., которые или совершенно не выделяются или выделяются природными процессами в ничтожных количествах. В то же самое время и количество добываемых человеком металлов достигает колоссальных размеров и с каждым годом все более и более увеличивается <...>.

Человек, таким образом, постоянно перерабатывает верхнюю покрывку земной коры и переводит значительную часть ее соединений в свободные элементы.

Опыт описательной минералогии. Избр. соч., Т. II, с. 35, 36.

1913 год

По самым основам своим наука является глубоко демократичной, так как она имеет своим источником только силу ума и глубину вдохновения человеческой личности и в своих результатах абсолютно не связана с какими-нибудь определенными формами общественного строя. Для нее наиболее благоприятны и наиболее ей желательны такие формы общественности, которые дают возможность, с одной стороны, наиболее ярко и свободно проявляться богато одаренным личностям, а с другой стороны, позволяют наиболее полно провести в жизнь организацию коллективной научной работы, использовать для этого по возможности жизнь каждой человеческой особи. История науки позволяет нам необычно ярко проследить в глубь веков тесную связь научных исканий с

демократизацией жизни, и как только наука и научная техника с XVII столетия, и особенно в XVIII веке, получили прочные корни в жизни и достигли крупных успехов, их значение в демократизации социальной жизни выразилось сильно, проявилось на первом месте. К сожалению, история этого влияния не написана и не проникла в наше сознание.

Демократизация жизни и государственных форм проникла всю высшую школу нашего времени; ее влияние с каждым поколением усиливается. Она сказывается в школе на каждом шагу, выражается не только во внешних ее формах, но коренным образом перестраивает ее сущность. Демократизация жизни не только меняет старую школу; она создает новые негаданные и раньше неведомые формы высшего образования.

Наконец, наряду с этим в новейшей истории высшей школы надо выдвинуть влияние еще одной черты нового времени — распространение единой культуры, или во всяком случае доступность единой культуры для всех стран и для всех народов, для всего человечества. В наше время пали последние изолированные культурные области — Китай, Япония, индокитайские государственные организации, народы Индии и мусульманского Востока. Европейская культура впервые распространилась на весь земной шар. Несомненно, она сама временами изменялась под влиянием новых условий жизни или природы, впитывала в себя культурные влияния, корни которых ей были чужды; но, в общем, сейчас весь земной шар представляет единую культурную область. Значение этого факта для организации и строя высшего образования огромно; влияние его только начинает сказываться. Едва ли даже мы в состоянии сейчас предвидеть, в какие формы оно в конце концов выльется. Нельзя не отметить, что и здесь развитие науки является одним из главнейших факторов, если даже не самым главным фактором, обуславливающим единство человеческой культуры. Ибо научное знание есть единственная форма духовной культуры, общая для всего человечества и зависящая в своей основе от исторического или географического места и времени. Только наука и тесно с ней связанная техника вызывают единство культуры для всего человечества, достигают того, к чему напрасно стремились различные формы религии и школы философии. Это является неизбежным следствием самой сущности науки — единой в основе своих выводов, для всех обязательной и непререкаемой. Одной из форм организации научной работы и главным путем проникновения ее в общечеловеческую культуру является высшая школа. Очевидно, и формы высшей школы каждой исторической эпохи должны быть одни и те же для всего человечества, отличаться в разных государствах и у разных народов только оттенками, не касающимися основных условий ее существования <...>.

То, что мы видим в мировой жизни высшей школы, несомненно, могущественно отражается в высшем образовании нашей страны. Лишь под влиянием этих мировых причин, в тесном общении с мировой жизнью наша высшая школа находит в себе достаточную

силу для борьбы с тяжелыми внешними условиями своего существования и неуклонно идет, правда тяжелым, болезненным путем к исполнению в пределах нашей страны и нашего народа общечеловеческой задачи — организации мировой научной работы, созданию учащегося народа.

Задача высшего образования нашего времени. Вестник воспитания, 1913, N 5.

Нельзя забывать, что всякая научная творческая работа, как и всякая духовная творческая работа, накладывая свой отпечаток на весь духовный облик человека, одновременно неуловимыми путями могущественным образом отражается на окружающих. Нельзя забывать, что духовная сила общества создается только существованием в его среде творческой самостоятельной работы отдельных лиц во всех областях культурной жизни — науке, философии, религии, искусстве, общественной жизни. Если бы даже данной личности и не удалось реально воплотить в жизнь ею созданное, то самое существование ее творческой работы есть уже акт жизни общества. И может быть, в данный исторический момент для русского общества, столь далекого по форме своей общественности от современного уровня мировой жизни, наиболее важным является существование в нем научной творческой работы, ибо сейчас научная творческая мысль есть самая большая реальная мировая сила. А научная творческая работа общества слагается из единичной творческой работы отдельных его членов.

Памяти П.К. Алексата. Русская мысль, 1913, N 12, с. 49—53.

1915 год

Запасы энергии, с одной стороны, слагаются из той силы, как физической, так и духовной, которая заключается в населении государства... Чем оно обладает большими знаниями, большей трудоспособностью, тем больше простора предоставлено его творчеству, больше свободы для развития его личности, меньше трений и тормозов для его деятельности — тем полезная энергия, вырабатываемая населением, больше, каковы бы ни были те внешние, вне человека лежащие, условия, которые находятся в среде природы, его окружающей. Больше того, бесконечно глубокая — с человеческой, а не с абстрактной точки зрения — духовная сила, находящаяся в человеке, так велика, что до сих пор никогда не было в истории случая, где бы она — в государственных организациях — не могла вырабатывать полезную для человечества энергию из-за недостатка природного материала. Это запечатлелось в представлении о неисчерпаемости сил окружающей нас природы. <...> Три царства природы даны нам XVIII веком, который ясно сознавал в своем элементарном государственном — камеральном, как тогда говорили, — хозяйстве их государственное значение и прибавлял к ним и царство Homo sapiens. Кинетическая энергия, как естественная производительная сила, в форме белого угля, есть новое создание в государственном учете, введенное XIX веком. Она улов-

лена, благодаря росту машин, извлекавших в широком, с конца XVIII века, масштабе, силу из царства минералов. Лучистая и атомная энергия находятся пока вне государственного учета, не могут интересовать практического политика, но должны уже теперь занимать мысль всякого государственного деятеля, смотрящего вперед, как источники будущих благ человечества.

Энергия царств природы и кинетическая энергия природы имеют в государственной жизни значение только тогда, когда они претворены в полезную для него и для его населения форму <...>

Химические элементы строят всю земную кору, а свойственная им химическая энергия в ее бесконечно разнообразных проявлениях служит объектом всей работы человечества при превращении ее из потенциальной в полезную форму. Торговля, промышленность, вся жизнь человечества связана с этой работой не в меньшей степени, чем она связана с тем питанием, которое Homo sapiens достает из животного и растительного мира. Когда Homo sapiens стал утилизировать эту энергию мертвого мира, он вышел в новый класс организмов. В геологической истории Земли использование человеком этой формы потенциальной энергии явилось, среди высших организмов, совершенно новым фактором, никогда раньше не бывшим. Лишь низкие формы организмов могли играть геологически аналогичную — правда, аналогия довольно отдаленная — роль.

Геологически самое существенное отличие, внесенное в эту химическую работу живого вещества человеком, по сравнению с играющими столь важную роль в геологической истории микроорганизмами, заключалось в разнообразии химических изменений, вносимых человеком, в том, что он один коснулся в своей работе почти всех химических элементов и, вероятно, в конечном итоге коснется всех элементов. В микроорганизмах, при всем их исключительном значении в истории поверхностных процессов в минеральном царстве, мы встречаем чрезвычайную специализацию для отдельных видов или типов. Даже в целом, если взять химическую роль всех микроорганизмов и сравнить с химической ролью одного человека в геологической истории Земли, мы увидим большое разнообразие в работе человека, и эта его роль еще более увеличивается по мере того, как он начинает регулировать химико-геологическую роль микроорганизмов. Если придать человеку то же геологическое время, какое мы имеем для оценки роли микроорганизмов, мы ясно увидим, какой могучий химический фактор вошел в историю Земли с человеком, особенно с эпохи новых веков, и в частности с XIX века <...>

Еще большее значение получит эта работа человечества, когда мы примем во внимание количественную сторону явлений; тогда можно сказать, что работа XIX—XX столетий явится в этом смысле сравнимой с работой всего доступного точному историческому изучению прошлого. Кривая добычи резко идет вверх, обещая сделать несравнимой химико-геологическую работу человечества в ближайшем столетии по сравнению с далеким прошлым.

На росте этой работы, т.е. техники в ее приложении к жиз-

ни — на использовании химической энергии, — строится культура и та сторона, которая в этом отношении наиболее полно и правильно использует свою потенциальную энергию, заключенную в царстве минералов, находится на высшей стадии работы государственной машины.

Об использовании хим. элементов в России, 1915. Оч. и речи, I, с. 56—58, 60, 61, 63.

По мере того, как общечеловеческая культура распространяется на все больший и больший район земного шара, перед человечеством яснее становится вопрос об ограниченности тех полезных сил, какие сосредоточены в окружающей его природе. По мере того, как научное знание все больше охватывает окружающую жизнь, распространяется забота о будущем, об охране для потомств богатств природы, бережного их потребления. Под влиянием этих идей вырабатываются сейчас более совершенные способы добычи и использования сил природы, которые позволяют сохранять достаточную часть силы, раньше пропадавшей бесследно. Эти приемы находятся в тесной зависимости от меняющихся в каждом отдельном случае свойств тех или иных продуктов природы, и, очевидно, только опыт может решить, какие приемы работы могут быть применены по отношению к производительным силам нашей страны. Мне кажется, сейчас изучение естественных производительных сил России требует такого расширения области работы, ибо очевидно, только этим путем находящиеся на земной поверхности и в недрах нашей Земли силы могут быть приведены в активное состояние.

Об изучении естеств. производительных сил России. Изв. АН, 1915, 6 серия, т. 9, N 8, с. 679—700.

1917 год

Мы недостаточно оцениваем значение огромной непрерывности нашей территории. Подобно Северо-Американским Соединенным Штатам мы являемся государством-континентом. В отличие от Штатов мы страдаем от того, что в действительности является первоисточником нашей силы. Но и у нас придет время, когда мы, подобно Штатам, будем им пользоваться для трудноисчислимых удобств жизни. Это время придет тогда, когда наша политика будет определяться волей нас всех, т.е. волей народа. То новое, что дает в быту живущих в нем людей большое по размерам государство, приближается по своему укладу к тому будущему, к которому мы все стремимся — к мирному мировому сожителству народов. Огромная сплошная территория, добытая кровью и страданиями нашей истории, должна нами охраняться как общечеловеческое достижение, делающее более доступным, более исполнимым наступление единой мировой организации человечества.

Задачи науки в связи с государственной политикой в России. Оч. и речи, I, с. 155.

Вся наша культура, охватившая всю поверхность земной коры, является созданием научной мысли и научного творчества. Такого положения еще не было в истории человечества, из него еще не сделаны выводы социального характера.

Вдумываясь в происходящий процесс роста научного развития, можно убедиться, что этот рост не является случайным явлением, он имеет характер стихийных, т.е. естественных процессов, идущих на земной поверхности и связанных с изменениями, происходящими в биосфере <...>. Человечество, взятое в целом, не безразлично в стихийных, естественных процессах, идущих на земной поверхности. Оно здесь теснейшим образом связано с другими организмами и совершает с ними вместе огромную, определенного рода геологическую работу. Если бы эта работа прекратилась или изменилась, это сказалось бы очень резко на ходе естественных геологических процессов. Составная часть остальных организмов — живого вещества, — человек чрезвычайно меняет всю работу живого вещества. Он вместо прежней природы создает новую культурную природу, резко меняет облик земной коры. Если мы сравним этот облик — и оценим эту работу — в связи с тем обликом девственной природы, которая существовала тысяч 20 <лет> тому назад, — в Даунский период четвертичной эпохи, мы можем убедиться, какая огромная геологическая работа производится человечеством и какую геологическую силу представляет человеческая культура <...>

Мы имеем здесь типичную картину стихийного, геологического, естественного процесса. Мне пришлось его изучать в одном его проявлении — в химических процессах земной коры, в геохимических проявлениях. В этих явлениях роль живого вещества — организмов — колоссальна; без них вся химия земной коры пошла бы иначе. В этих процессах среди живого вещества, особенно на суше, — чрезвычайно роль человечества, и его геохимическое значение увеличивается с каждым столетием. Всякое повышение культуры связанно с увеличением его геохимического значения <...>

Значение культурного человечества увеличилось со временем окончательного создания новой науки, точного знания, охватившего и наше мышление, и нашу обыденную жизнь. Мы видим постепенное все увеличивающееся значение этого процесса с конца XV столетия, кривая воздействия человечества быстро поднимается, и никакого намека на поворотный пункт или на замедление этого подъема не наблюдается <...>

Такое состояние культурного человечества тесно связано с его духовным ростом и на первом месте с ростом основанной не на бессознательном массовом творчестве, как это было раньше, но на технике, тесно связанной с наукой.

Наука представляет ту силу, которая спасает человечество, не дает ему опуститься, является той силой, которая совершает человеческую работу, в частном случае — геохимическую, им совершаемую.

Силой, делающей эту работу, является и сознание и воля человека, выраженные в форме науки <...>

Структура человеческой жизни должна — и неизбежно будет — изменена в том направлении, которое соответствует тому естественному стихийному процессу, в который как неизбежное звено входит культурная работа человечества.

Лекция на Кооперативных курсах в г. Симферополе. 18/31.X 1920 г. ААН, ф. 518, оп. 2, N 45, л. 196—203.

Поворот влияния человека начался тогда, когда человечество овладело открытием земледелия, автотрофной группой организмов и стало этим путем непосредственно влиять на геохимические процессы. Десятки, если не сотни тысяч лет до открытия земледелия геохимическое влияние его было ничтожно. Овладение автотрофным зеленым миром — первый этап к автотрофности человечества.

Из записной книжки 1920 г. ААН, ф. 518, оп. 2 N 32, с. 43.

1922 год

Мы подходим к великому перевороту в жизни человечества, с которым не могут сравниться все им раньше пережитые. Недалеко время, когда человек получит в свои руки атомную энергию, такой источник силы, который даст ему возможность строить свою жизнь, как он захочет... Это может случиться в ближайшие годы, может случиться через столетие. Но ясно, что это должно быть.

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?

Ученые не должны закрывать глаза на возможные последствия их научной работы, научного прогресса. Они должны себя чувствовать ответственными за последствия их открытий. Они должны связать свою работу с лучшей организацией человечества.

Мысль и внимание должны быть направлены на эти вопросы. А нет ничего в мире сильнее свободной научной мысли!

Оч. и речи, I, с. 1—2.

1924 год

Вся научная работа, по самой сути своей, связана со свободным суждением свободной человеческой личности и, как мы знаем из истории научного знания, она творится только потому, что ученый в своих исканиях идет по избранному пути, не считая равноценным своему суждению ничьи мнения или оценки. Вся история науки доказывает на каждом шагу, что в конце концов бывает прав одинокий ученый, видящий то, что другие своевременно осознать и оценить не были в состоянии.

Если это справедливо вообще, то особенно представляется мне это необходимым и неизбежным в современных переходных революционных условиях жизни России. Примат личности и ее свободного,

ни с чем не считавшегося решения представляется мне необходимым в условиях жизни, где ценность отдельной человеческой личности не создается в сколько-нибудь достаточной степени. Я вижу в этом возвышении отдельной личности и в построении деятельности только согласно ее сознанию основное условие возрождения нашей Родины.

Из письма в Академию наук. VIII 1924 г. ААН, Протоколы ОС РАН, 1924 г., 3.IX.1924 г.

В биосфере существует великая геологическая, быть может, космическая сила, планетное действие которой обычно не принимается во внимание в представлениях о Космосе, представлениях научных или имеющих научную основу.

Эта сила, по-видимому, не есть проявление энергии или новая особенная ее форма. Она не может быть во всяком случае просто и ясно выражена в форме известных нам видов энергии. Однако действие этой силы на течение энергетических земных явлений глубоко и сильно и должно, следовательно, иметь отражение, хотя и менее сильное, но несомненно и вне земной коры, в бытии самой планеты.

Эта сила есть разум человека, устремленная и организованная воля его, как существа общественного.

Проявление этой силы в окружающей среде явилось после мирада веков выражением единства совокупности организмов — монолита жизни — "живого вещества", — одной лишь частью которого является человечество.

Но в последние века человеческое общество все более выделяется по своему влиянию на среду, окружающую живое вещество. Это общество становится в биосфере, т.е. в верхней оболочке нашей планеты, единственным в своем роде агентом, могущество которого растет с ходом времени со все увеличивающейся быстротой. Оно одно изменяет новым образом и с возрастающей быстротой структуру самых основ биосферы.

Оно становится все более независимым от других форм жизни и эволюционирует к новому жизненному проявлению.

Автотрофность человечества. 1925//Тр. Биогеохим. лаборатор. М.; "Наука", 1980. Т. 16, с. 228.

1926 год

Переживаемое нами время является удивительным временем в истории человечества. Сходного с ним приходится искать в далеких столетиях прошлого. Это время интенсивной перестройки нашего научного мирозерцания, глубокого изменения картины мира.

Представление об окружающем, с которым человечество Запада вступило в XX век, несмотря на все успехи естествознания, математики, исторических наук, техники, которыми так ярко может характеризоваться XIX столетие, по существу, являлось результатом постепенного и неуклонного развития принципов и построений новой эпохи, ясно вылившейся в XVII столетии и подгото-

влявшейся в XVI, когда окончательно сказались в научной работе еще более ранние достижения Коперника и путь, проложенный Колумбом, новая математика, новая философия, коренная ломка идей о строении и положении в мире человека.

XX век вносит со все увеличивающейся интенсивностью уже коренные изменения в миропонимание нового времени <...>

<...> Научная человеческая мысль могущественным образом меняет природу. Нигде кажется это не проявляется так резко, как в истории химических элементов в земной коре, как в структуре биосферы. Созданная в течение всего геологического времени, установившаяся в своих равновесиях биосфера начинает все сильнее и глубже меняться под влиянием научной мысли человечества. Вновь созданный геологический фактор — научная мысль — меняет явления жизни, геологические процессы, энергетику планеты. Очевидно, *эта сторона* хода научной мысли человечества является *природным явлением* <...>

Но научная мысль входит в природные явления не только своим отраженным проявлением.

В ней самой есть черты, только природным явлениям свойственные.

Прежде всего это видно в том, что ходу научной мысли свойственна определенная скорость движения, что она закономерно меняется во времени, причем наблюдается смена периодов ее замедления и периодов ее усиления.

Такой именно период усиления научного творчества мы и наблюдаем в наше время, в третий раз за последние три тысячелетия.

Во все такие периоды есть общие или характерные черты, связанные с чрезвычайной быстротой научного творчества, открывающего нетронутые раньше научной мыслью поля исследования. Научная работа этих эпох имеет яркий *созидательный*, а не *разрушительный* характер. Строится и создается новое; оно для своего создания часто использует, перерабатывая до конца, старое <...>

Основным и решающим в этом созидании является открытие новых полей явлений, новых областей наблюдения и опыта, сопровождающееся огромным потоком новых эмпирических фактов раньше неизвестного облика. Бурный рост нового в новых областях гасит в нашем умственном взоре значение старого.

Этот бурный поток нового, ускорение хода научных достижений — когда в немногие десятилетия достигается то, что обычно создается в столетия или в тысячелетия, — очевидно, является проявлением какой-то силы, связанной с духовной творческой энергией человека. Если нужна для нашего ума какая-нибудь аналогия этого природного процесса, мимо которого миллионы людей обычно проходят, его не замечая, — этой аналогией может быть *взрыв*.

Можно говорить о *взрыве научного творчества*, идущего в прочных и стойких, не разрушающихся рамках, заранее созданных <...>

Взрывы научного творчества, повторяющиеся через столетия, ука-

зывают, следовательно, на то, что через столетия повторяются периоды, когда скопляются в одном или немногих поколениях, в одной или многих странах богато одаренные личности, те, умы которых создают силу, меняющую биосферу. Их нарожде-ние есть реальный факт, теснейшим образом связанный со структурой человека, выраженной в аспекте природного явления. Социальные и политические условия, позволяющие проявление их духовного содержания, получают значение только при его наличии <...> Появление пачками и сосредоточение в определенных поколениях умов, могущих создавать переворот в научных исканиях человечества, а следовательно, и в энергетике биосферы, не является случайностью и, вероятно, связано с глубочайшими биологическими особенностями *Homo sapiens* <...>

Мы не видим нигде в этом строе, насколько мы изучаем эволюцию живого в течение геологического времени, поворотов и возвышений к старому, не видим остановок. Не случайно, связанно с предшествующими ему существами появился человек, и не случайную он производит работу в химических процессах биосферы <...>

Научное изучение прошлого, в то 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.

Мысли о современном значении истории знаний. 1926. Избр. тр. по ист. н., с. 229.

Я думаю, что в ближайшие годы вопросы, связанные с потенциальными условиями человеческой жизни, как она определяется возможностями окружающей нас среды, примут еще большее, еще более злободневное значение. Неудержимым ходом не случайного, но закономерного роста научного мышления и волевого его проявления — научного искания — человек подходит к решению одной из величайших практических задач, какие когда бы то ни было перед ними стояли — к независимому от всяких проявлений жизни и живого *синтезу пищи*. Едва ли темп идущего искания этой задачи приведет к ее решению позже времени наших внуков. Трудно учесть последствия этого открытия. Они должны быть сравнимы с величайшими изменениями жизни человечества — с влиянием открытия огня или земледелия. Но каковы бы они не были, неизбежно новая огромная сила будет в руках тех, в сердце которых лучше будет проявляться научная организация, в которой больше окажется высоко духовно одаренных, способных к творческой научной работе *личностей*. То, что будет произведено этим открытием, должно иметь глубокое отражение далеко за пределами человечества. Переход к синтетической пище будет равносильно разделению — впервые в мириаде веков — единого, неразрывно во всех своих частях связанного ствола жизни, отщеплению от него освободившейся от общих уз части. Это факт

геологического значения. Впервые в истории планеты создается новый, третий тип организмов — автотрофное млекопитающее, каким явится новый человек <...> Разрешение этой проблемы — синтеза пищи из ее элементов — является одной из самых глубоких форм использования естественных производительных сил — перевода потенциальных возможностей в действительную, активную для человечества форму.

Очередные задачи в изучении естеств. произв. сил. Научный работник, 1926, N 7—8 с. 3—21.

1927 год

За все годы XX столетия идет создание новых научных дисциплин — крупных и мелких — на всем протяжении науки.

Центром такого изменения в области наук о природе и наук математических явилась физика, отчасти связанная с ней астрономия. Здесь совершается такое изменение, что можно говорить о совершенно новой физике, о коренном переломе наших представлений о самых обычных, всем известных явлениях окружающего. В частности, изменение наших представлений об атоме вызвало создание новых о нем наук, наук, имеющих огромную литературу и собравших неисчислимое количество новых фактов, не существовавших поколениями тому назад <...>

Под влиянием физики меняется химия, прежде всего, конечно, в областях физической химии. Здесь создаются неизбежно новые дисциплины, например, электронная химия или химия пленок. И в химии изменение представлений об атоме, еще более, чем в физике, вызывает создание новых химических наук. Оно здесь связано с новыми представлениями об основном содержимом химии — о химических элементах, отвечающих конкретно различным атомам. Создана радиохимия и еще более широкая научная дисциплина — геохимия. Геохимия, выросшая на физике и химии, сама вносит резкое изменение в те области знания, с которыми она одновременно неразрывно связана, по сути своих проблем, в науке геологического и биологического характера. В настоящий момент исторического развития через нее передается в значительной, может быть, даже в главной, степени в эти огромные области науки то изменение научного мировоззрения и лика нас окружающей природы, которое создано новой физикой. Это делает особенно важным изучение геохимических проблем, придает им новое общее значение.

Значение геохимии увеличивается еще той связью, которую она имеет с другой областью знаний, могущественным образом изменяемой новой физикой, — с учением о Космосе, с новой астрономией и, в частности, с астрофизикой.

И в земной химии — в геохимии — и в мире Космоса мы имеем дело с одним и тем же миром атомов. И если, как это становится сейчас ясным, явления космической истории атомов значительно более общи, качественно и количественно более разнообразны

ны, чем земной мир атомов, трудно представить себе, чтобы земной мир атомов не входил целиком в область атомных явлений, подлежащих изучению в новой космической физике и в космической химии, чтобы он заключал в себе что-нибудь по существу особое, не имеющее места в Космосе, помимо нашей планеты. В этом отношении изучение геохимии в данный момент хода мысли приобретает исключительный интерес. Ибо, с одной стороны, геохимия на каждом шагу сталкивается с данными новой атомной химии Космоса и переносит эти данные в цикл геологических явлений, с другой — открывает проявления таких свойств атомов, которых пока не можем касаться только в области земной химии. Это область явлений жизни, явлений биогеохимических. Связь их со строением атомов заставляет нас утверждать, что они не могут быть в Космосе свойственны только нашей планете <...>

Создание новых физико-химических научных дисциплин — часть большого общего явления в истории современной мысли. Все усиливаясь в темпе, тот же процесс наблюдается в области наук о человеке, в значительной мере в связи с тем же логическим явлением — с охватом научной мыслью все новых и новых областей жизни и природы. Здесь это тесно связано с ростом цивилизации, с завоеванием человечеством всей поверхности планеты; так называемая всемирная история, отвечающая Европе и средиземноморскому культурному центру, уже явно не отвечает реальности, строится вселенская история, охватывающая всю планету. Неизбежно создается множество различных исторических наук, каждая из которых вызывает многочисленные <...> подразделения.

Так, одновременно с новыми научными дисциплинами, вызванными в физических науках великими открытиями конца XIX и начала XX века и подъемом критической мысли, облеченной в математическую форму, идет в области наук о человеке аналогичный процесс, вызванный историей человечества — стихийным процессом, независимым в своем развертывании от его мысли.

Новые дисциплины здесь создаются не только вовлечением новых этнических или социально-государственных образований в круг вселенской истории. Одновременно выявляется чрезвычайное углубление прошлого человечества, которое может быть охвачено нашей научной мыслью. Здесь возникают новые науки — палеоэтнология и палеоантропология; слагаются они на наших глазах, связаны с новыми методами искания, вносят огромный запас новых фактов в научную мысль.

Здесь сливаются науки о человеке и науки биологические, науки о природе. В этих областях в настоящее время идет интенсивная работа создания новых ассоциаций научного искания.

В этом движении мысли наиболее важным является, однако, не создание новых методов или новых научных дисциплин. Более важно наблюдаемое при этом изменение наук о человеке по существу, изменение их содержания. Важен все углубляющийся охват наук о человеке основным элементом естественнонаучного мышления — признанием закономерности исторических процессов,

их теснейшей связи с историческим процессом природы, в данном случае — с изменением во времени нашей планеты.

Изучение истории человечества приводит к непреложному и чрезвычайно важному заключению, что цивилизованное человечество является огромной новой геологической силой в истории планеты. Психозойская эра американского геолога Шухерта, действительно, должна быть выделена в истории нашей Земли, как новая грань, не менее важная, чем те, какие мы создаем на основании изучения форм живой природы с ходом геологического времени. С этой точки зрения чрезвычайно важны и интересны многочисленные, но не приведшие еще к конечному результату — к созданию новой научной дисциплины — попытки охвата техники, как естественно-исторического, закономерного процесса. Они сводятся к построению так называемой философии техники. К этим течениям подходят и некоторые направления экономической мысли, поскольку они связываются с изучением производительных сил, охваченных или могущих быть охваченными трудом и гением человечества.

Здесь новая наука — геохимия — теснейшим образом соприкасается с науками о человеке и вводит в эту область научных исканий достижения новой физики. Ибо, изучая историю атомов — химических элементов — в биосфере, геохимия на каждом шагу сталкивается с цивилизованным человечеством, как с новой геологической силой, меняющей, по-видимому, коренным образом извечный, стихийный ход геологических процессов. То, что особенно останавливает внимание геохимика, это — все увеличивающийся темп влияния человеческой жизни на земные химические процессы: невольно создается впечатление о возможном, в ходе времени, коренном их изменении под влиянием этой новой народившейся на нашей планете геологической силе.

Возможно, что с появлением цивилизованного человечества на нашей планете создалась сила, которая заставляет совсем иными путями двигаться геохимические планетные процессы.

Сила эта стихийная, так как она действует, проявляется в своих эффектах вне сознания творящего ее человечества. Она ставит перед нами новые вопросы величайшего и глубочайшего научного и философского интереса. Так как сейчас наиболее ярко и точно ее проявление может быть уловлено изучением геохимических фактов, значение геохимии в истории мысли становится в нашу эпоху чрезвычайно большим.

Впервые в научном охвате, исходя из этих эмпирических данных, встает перед нами старая философская проблема, проблема человеческого сознания. Ибо геохимия ставит вопрос: как может человеческое сознание менять природные процессы? Как и почему влияет человеческая мысль на их течение?

Мы вступаем в область, где до сих пор царила работа философской интуиции и философского логического размышления. Перед нами как бы открывается возможность подойти научным путем к выявлению механизма это влияния.

В истории человеческой мысли это явление совершенно новое,

которое сулит нам большие неожиданности и открывает новые пути исканий. Особое значение оно приобретает вследствие своеобразного глубокого изменения, идущего как раз в это самое время в области физической мысли.

Война и революция, с одной мысли, взрыв научного творчества, с другой, вызвали давно небывалый подъем исканий и переживаний в области философской мысли. За короткий послевоенный период совершена огромная новая работа синтетической и критической мысли; глубоко пережито миллионами людей совершившееся. Рушатся старые идейные построения; на сцену выступают новые поколения с новой психикой. Складывается, особенно в молодых поколениях, новая философская мысль.

<...> Мы не знаем, во что выльется в человечестве этот подъем внимания к основным философским вопросам человеческого существования. Исторический опыт учит нас, что последствия таких эпох народов всегда стихийны и неожиданны для современников. Проникновение в эту область вопросов новой физики в форме геохимических проблем является не безразличным фактом в этом движении, так как оно ставит в философии в новых формах происшедшее и происходящее в физических науках коренное изменение.

Геохимия вносит существенно новое: вопросы человеческого сознания в своеобразном облике изменения им хода природных процессов <...>

Такое положение геохимии заставляет внимательно следить за ходом геохимической работы и за постановкой ее исследований в каждой стране. В современной теснейшим образом сплетенной культурной жизни, ни одно государство и ни один народ без вреда для своего настоящего и будущего не могут долго остаться в стороне от крупных достижений и крупных исканий мировой мысли. Народ и государство тем сильнее, чем полнее и чем глубже представлены в его жизни и в его строе все разнообразные большие течения научной и философской мысли. Особенно очевидно, что это имеет место по отношению к таким их проявлениям, будущее развитие которых должно быть очень большим и которые затрагивают стороны жизни, связанные с насущными для человека источниками его силы и его могущества, с силами природы, которые он может и должен использовать.

Геохимия в Союзе. 1927 г. Наука и техника СССР. 1917—1927, т. I, М., 1927.

1928 год

Тот народ, который сумеет возможно полно, возможно быстро, возможно совершенно овладеть новым открывающимся в человеческой жизни знанием, совершенно развить его и приложить к своей жизни, — получит ту мощь, достижение которой и направление которой на общее благо является основной задачей всякой разумной государственной политики.

Задачи минералогии в нашей стране. 1928 г. Избр. соч., т. IV, с. 9.

1930 год

Научная творческая работа есть одна из главных, все растущих в своем значении форм общественной деятельности. Это зависит не только от того, что наука в своем проявлении есть социальное явление, но и от того, что реальное значение научной мысли неуклонно растет. Уже XIX век был веком знания, точного знания, положившего начало материальной культуре нового человечества. Я говорю нового, ибо именно наука через технику спаяла в единое целое все человеческое население планеты и к нашему столетию поставила все вопросы жизни в планетном, как говорят, мировом аспекте. Реально только благодаря ей можно говорить о мировом хозяйстве, мировой науке, мировой политике... Будущее научной работы, как общественной работы, вскроется ближайшему поколению в еще небывалом размахе.

Памяти академика А.П. Павлова, 1930 г. Тр. по ист. науки в России. М.: Наука, 1988, с. 309.

✓ 1932 год

Мы переживаем не кризис, волнующий слабые души, а величайший перелом научной мысли человечества, совершающийся лишь раз в тысячелетия, переживаем научные достижения, равных которым не видели долгие поколения наших предков. Может быть, нечто подобное было в эпоху зарождения эллинской научной мысли, за 600 лет до нашей эры.

Стоя на этом переломе, охватывая взором раскрывающееся будущее — мы должны быть счастливы, что нам суждено это пережить, в создании такого будущего участвовать.

Мы только начинаем осознавать непреодолимую мощь свободной научной мысли, величайшей творческой силы *Homo sapiens*, человеческой свободной личности, величайшего нам известного проявления ее космической силы, царство которой впереди. Оно этим переломом негаданно быстро к нам придвигается.

Проблема времени в современной науке. 1932 г. Философские мысли, с. 255.

1933 год

Медленным, тяжелым, точным, количественным учетом — прежде всего измерением — и не менее точным научным описанием окружающего двигается вперед наука, и естествознание в частности. Миллионы, невообразимое количество фактов охватываются удобными, для этого вновь создающимися, приемами. И только при углублении и учете так обработанного бесчисленного эмпирического материала — при максимальной точности и тонкости учета и описания — может наука двигаться вперед.

Только временами, в эпохи расцвета научной мысли, вскрываются новые возможности такого охвата научных фактов, бесчисленных явлений природы и превращения их этим путем в орудие проникновения в неизвестное — вскрываются новые области фактов.

Задачей науки — и каждого ученого, в ней работающего, когда время пришло для такой новой работы, — является энергично, настойчиво, непоколебимо, свободно, отбиваясь от всяких заглушений сторонней наукой формой человеческого мышления — философской или религиозной, — идти вперед по открывающемуся пути <...>

Изучая неуклонно в течение долгой жизни бесконечную природу, бездонную реальность, охватывая и углубляясь в бесконечные факты, ученый ярче, чем кто-либо, может сознать невозможность охватить ее в простых и ясных словесных образах. Это чувство не имеет места у мыслителя, стоящего далеко от эмпирического установления научных фактов, от их собирания и сравнения. Эта невозможность связана с тем, что сам человек *Homo sapiens faber*, есть лишь переходная стадия эволюции форм живого вещества, тесно связанного с вечно изменчивой природой, в которой неразрывно и стихийно он сам и потенциально то новое будущее проявление жизни, которое его заменит, — будущий не *Homo sapiens* — проявляется.

В научной работе человек охватывает глубоко и полно реальность только работая в эмпирических фактах и эмпирических обобщениях; такая работа вводит его в окружающую реальность глубже, чем всякая иная форма человеческого познания.

Очерки геохимии. 1933. Избр. соч., т. I, с. 294.

Я неизбежно и невольно задумываюсь — но не решаюсь набрасывать — над вопросами, выходящими за пределы научной работы, — над "Философскими мыслями натуралиста", которые хотелось написать после моей книги. Думаю, что не выдержу и буду набрасывать. Очень широко и много слежу за новым.

Из письма Б.Л. Личкову от 22.X. 1933 г. Переписка, I, с. 96, 97.

Если доживу, займусь "Философскими мыслями натуралиста", и прежде всего точным анализом отношений между наукой и философией, будущим человечества, эмпирическими обобщениями и эмпирической идеей и эмпирическим фактом и их отличием от философских...

Из письма к С.Ф. Ольденбургу от 28.X. 1933 г. ААН, ф. 308, оп. 3, п. 106, л. 41.

1934 год

Я много времени начинаю внутри себя отдавать этим более философским вопросам — не случайности того движения народных масс и исканий, которое тесно связано с тем движением, которое человеческая мысль (часть структуры биосферы — геохимически исключительная в наше время) открывает на геохимические процессы. Я думаю, уже сейчас научная мысль не может пойти назад, и устоят те формы общественной жизни, которые этому не противоречат.

Из письма Б.Л. Личкову, 15—16.VIII. 1934 г. "Узкое". Переписка, I, с. 101.

Кстати, около Коканда остатки обсерватории Улугбека¹, в то время (XIV—XV вв.) главной во всем мире, — до Тихо де Браге — персидские астрономы. Полезно повидать: может быть, когда-нибудь то же будет с Гринвичем или Пулковом? Я, лично, сейчас, на много столетий по крайней мере, считаю это исключением, ибо думаю, мы приближаемся к критическому периоду в истории Homo sapiens — живем в психозойской эре, начавшейся за десятки тысяч лет. Но не решусь сказать, что это невозможно, как преходящая малая вещь в масштабе процесса.

Из письма Б.Л. Личкову от 24.VIII.1934 г. "Узкое". Переписка, I, с. 103.

1936 год

Мысль идет все вперед. И выясняется — вижу новое и важное в том, о чем думал и во что углублялся годами. Так и сейчас, у меня выясняется резкая разница в числах среднего состава горной породы, например, и живого вещества. Необходима поправка на био-геохимическую энергию 75% массивных пород и 10¹ % живого вещества в земной коре — возможно, что по эффекту последнее несравнимо важнее. Для первого — в его проявлениях характерно геологическое время, и только в нем проявляются миграции элементов пород, для второго — историческое время, и в нем резко развиты миграции элементов живого вещества.

Из письма Б.Л. Личкову от 18.I.1936 г. Москва. Переписка, I, с. 166.

¹Это ошибка. Обсерватория Улугбека находится в Самарканде, а не в Коканде. — Прим. Б.Л. Личкова в конце письма.

2. МЫСЛИ О НООСФЕРЕ

1936 год

...Жизнь отлична от косной материи и является огромным планетным явлением <...>

Основное реальное отличие открыто Пастером давно и перед смертью в блестящей речи еще раз им повторено. Это — открытая им диссимметрия <...>

Я принимаю идею Леруа о *ноосфере*. Он развил глубже мою биосферу. Ноосфера создавалась в постплиоценовую эпоху — человеческая мысль охватила биосферу и меняет все процессы по-новому, и в результате *энергия, активная, биосферы увеличивается*.

Из письма Б.Л. Личкову от 7.IX.1936 г. Карслбад. Переписка, I, с. 181—182.

Как я Вам писал, я сильно продвинул свою книгу "Об основных понятиях биогеохимии",¹ вчерне написал Введение и весь план ее обдумал. Теперь надо писать, и я хочу это устроить, как главное свое дело. Очень многое я продумал, и выясняется многое. Ввожу новое понятие "ноосферы", которое предложено Леруа в 1929 году и которое позволяет ввести исторический процесс человечества как продолжение биогеохимической истории живого вещества. Выясняется резкое и непроходимое — для нашего современного состояния науки — материально-энергетическое различие живого вещества (гесп. совокупности живых организмов) от косных естественных тел (гесп. косного вещества биосферы).

Из письма Б.Л. Личкову от 15.XI.1936 г. Переписка, I, с. 184, 185.

1937 год

Я очень много думал над тем идеалом, который мы получаем в структуре ноосферы. Сейчас пишу — все же урывками, хотя и считаю эту свою работу делом жизни — "Об основных проблемах биогеохимии", к которой приложу несколько экскурсов, два из которых уже вошли в мой план.

- 1) О логике естествознания (которой еще нет или, вернее, которой есть несвязные и непродуманные до конца начатки, а между тем, их правильное понимание меняет, по существу, наши выводы). Биосфера есть "природа" для всех геологических и биологических в широком смысле наук, и множество выводов, которые правильны для всей природы, к ней подходят, например, энтропия, неизбежность физико-химических процессов в обратимой форме и т.п.; и
- 2) О добре и зле в конструкции науки. Мне кажется, что я смогу здесь не выходить — кроме критической части — за пределы науки, которая для меня является в своем историческом процессе прямым

¹ Идеи этой работы позднее были изложены в книге "Химическое строение биосферы Земли и ее окружения". М., "Наука", 1965. — *Прим. ред.*

продолжением создания мозга — аппарата Homo sapiens, но развившейся в специальном процессе. Это — сила, превращающая биосферу в ноосферу.

Из письма Б.Л. Личкову от 25.I 1937 г. Москва. Переписка I, с. 188, 189.

В книге я хочу дать два больших экскурса — о логике описательного естествознания и научной этике <...> Научная этика может рассматриваться, конечно, и с точки зрения людских взаимоотношений — с точки зрения правильной жизни в ноосфере, но она может ставиться и в другом аспекте — нравственной жизни ученого. Эта личная этика — при признании ноосферы — получает очень глубокую и широкую базу.

Письмо И.М. Гревсу от 13.III.1937 г. Мочалов, с. 286.

Геологическая история планеты выражается до сих пор только качественно, *в порядке времени*: позже — раньше; история биосферы выражается *в числах*, в астрономических единицах времени, в секундах, в годах, в тысячелетиях. Мы живем в эпоху, когда человечество впервые охватило в бытии планеты всю Землю. Биосфера, как удачно выразился Ле-Руа, перешла в новое состояние — *в ноосферу*.

О значении радиогеологии для современной геологии. 1937. Избр. соч., т. I, с. 673.

Я чувствую себя умственно совершенно свежим и "молодым", стараюсь не думать о моей книге, в частности, о ноосфере, хотя ясно вижу, что у меня идет глубокий подсознательный процесс, который неожиданно для меня вдруг вскрывается в отдельных заключениях, тезисах, представлениях. Я не допускаю себя об этом думать¹, читаю мало — газеты и мировое хозяйство и понемногу блестящий очерк английской книги Аттилио Гатти (великая мать — лес), гилея Бельгийского Конго². Мне кажется, она играла большую роль в истории зарождения ноосферы. Это больше роман, но действительность.

Письмо А.Е. Ферсману от 10.IX 1937 г. Письма, 1985, с. 186.

1938 год

Я живу будущим, а не прошлым и уверен, сколько может быть уверен ученый, несмотря на все окружающее, в неизбежности создания ноосферы, которая даст лучшие условия жизни.

Письмо Б.Л. Личкову от 4.I 1938 г. Переписка, I, с. 213.

Наука есть природное явление, активное выражение геологического проявления человечества, превращающего биосферу в ноосферу

¹ В конце августа В.И. заболел и ему было запрещено даже читать. — Прим. А.Е. Ферсмана.

² Очевидно, В.И. читал книгу: Gatti Attilio. Great Mother Forest (London, 1936). — Прим. А.Е. Ферсмана.

ру. Она в обязательной для всех форме выражает реальное отношение между человеческим живым существом — совокупностью живых людей — и окружающей природой, в первую очередь ноосферой. Человек и его совокупности могут быть только мысленно из нее изъяты. Соотношение:

человечество \rightleftharpoons ноосфера

нераздельно.

Дневник от 29.V 1938 г. Мочалов, с. 313.

Естествознание есть одна из тех сил, которой человек переделывает биосферу — переводит ее в новое состояние, в ноосферу.

Из доклада 25/X 1938 г. О правизне и левизне. 1940. Кристаллография. Избр. тр. М.: Наука, 1988, с. 290.

Лично я считаю, что несмотря на большие социальные изменения — основное связано с ростом точного знания. Это до сих пор не учитывается. <...> Я думаю, что история научного знания есть природный процесс — процесс создания новой геологической силы, превращающей биосферу в ноосферу.

Письмо к Н.М. Книповичу от 5.XI 1938 г. Мочалов, с. 318—319.

Основоположники социализма Сен-Симон и Маркс — ясно выдвинули неразрывную связь изучения науки и техники, как основу истории материальной и духовной культуры человечества. Мы переживаем в настоящее время движение естественноисторической мысли, идущей в том же направлении. 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 и мысли. Эта геологическая сила, медленно создававшаяся геологически длительно, в нашем столетии получила яркое проявление, и в наших глазах биосфера превращается, как выразились Ле-Руа и Тейяр де Шарден, в ноосферу, т.е. охватывается научно-технической мыслью и переходит в новую геологическую стадию. Я считаю, что мы не можем в нашей работе не учитывать неизбежных тенденций будущего и с этой точки зрения отделять историю науки от истории техники.

Записка о необходимости продолжения изучения науки и техники. 1938 г. Избр. тр. по ист. н., с. 296.

1. Человек, как и все живое, не является самодовлеющим, независимым от окружающей среды природным объектом. Однако даже ученые-натуралисты в наше время, противопоставляя человека и живой организм вообще среде их жизни, очень нередко этого не учитывают. Но неразрывность живого организма с окружающей средой не может сейчас возбуждать сомнений у современного натуралиста <...>

Человек и человечество теснейшим образом прежде всего связаны с живым веществом, населяющим нашу планету, от которого

они реально никаким физическим процессом не могут быть уединены. Это возможно только в мысли.

2. Понятие о жизни и живом нам ясно и в быту и не может возбуждать в реальных проявлениях своих и в отвечающих им объектах природы — в природных телах — научно серьезных сомнений <...>

Во избежание всяческих недоразумений, я буду во всем дальнейшем изложении избегать понятия "жизнь", "живое", так как, если бы мы исходили из них, мы неизбежно вышли бы за пределы изучаемых в науке явлений жизни <...>

Я буду поэтому избегать слов и понятий "жизнь" и "живое", ограничивая область, подлежащую нашему изучению, понятиями "*живого природного тела*" и "*живого вещества*". Каждый живой организм в биосфере — природный объект — есть живое природное тело. *Живое вещество биосферы есть совокупность живых организмов, в ней живущих*

"Живое вещество", так определенное, представляет понятие, вполне точное и всецело охватывающее объекты изучения биологии и биогеохимии <...> Мы изучаем в науке только живой организм и его совокупности. Научно они идентичны понятию жизни.

3. Человек как всякое живое природное (или естественное) тело неразрывно связан с определенной геологической оболочкой нашей планеты — биосферой, резко отличной от других ее оболочек, строение которой определяется ее своеобразной организованностью и которая занимает в ней, как обособленная часть целого, закономерно выражаемое место.

Живое вещество, так же и как и биосфера, обладает своей особой организованностью и может быть рассматриваемо как закономерно выражаемая *функция биосферы*.

Организованность не есть механизм. Организованность резко отличается от механизма тем, что она находится непрерывно в становлении, в движении всех ее самых мельчайших материальных и энергетических частиц. В ходе времени — в обобщениях механики и в упрощенной модели — мы можем выразить организованность так, что никогда ни одна из ее точек (материальная или энергетическая) не возвращается закономерно, не попадает в то же место, в ту же точку биосферы, в какой когда-нибудь была раньше. Она может в нее вернуться лишь в порядке математической случайности, очень малой вероятности.

Земная оболочка, биосфера, обнимающая весь земной шар, имеет резко обособленные размеры; в значительной мере она обуславливается существованием в ней живого вещества — им *заселена*. Между ее косной безжизненной частью, ее косными природными телами и живыми веществами, ее населяющими, идет непрерывный материальный и энергетический обмен, материально выражающийся в движении атомов, вызванном живым веществом. Этот обмен в ходе времени выражается закономерно меняющимся, непрерывно стремящимся к устойчивости *равновесием*. Оно проникает всю биосферу, и этот *биогенный ток атомов* в значительной степени

ее создает. Так неотделимо и неразрывно биосфера на всем протяжении геологического времени связана с живым заселяющим ее веществом.

В этом биогенном токе атомов и в связанной с ним энергии проявляется резко планетное, космическое значение живого вещества. Ибо биосфера является той единственной земной оболочкой, в которую непрерывно проникают космическая энергия, космические излучения и прежде всего лучеиспускание Солнца, поддерживающее динамическое равновесие, организованность:

”биосфера \rightleftharpoons живое вещество”.

От уровня геоида биосфера протягивается вверх до границ стратосферы, в нее проникая; она едва ли может дойти до ионосферы — земного электромагнитного вакуума, только что охватываемого научным сознанием. Ниже уровня геоида живое вещество на суше проникает в стратисферу и в верхние области метаморфической и гранитной оболочек. В разрезе планеты оно подымается на 20—25 км выше уровня геоида и опускается в среднем на 4—5 км ниже этого уровня. Границы эти в ходе времени меняются и местами, на небольших, правда, протяжениях, далеко за них заходят. По-видимому, в морских глубинах живое вещество должно местами проникать глубже 11 км, и установлено его нахождение глубже 6 км. В стратосфере мы как раз переживаем проникновение в нее человека, всегда неотделимого от других организмов — насекомых, растений, микробов, — и этим путем живое вещество зашло уже за 40 км вверх от уровня геоида и быстро поднимается выше.

В ходе геологического времени наблюдается, по-видимому, процесс непрерывного расширения границ биосферы: заселение ее живым веществом.

4. *Организованность биосферы* — организованность живого вещества — должна рассматриваться как равновесия, подвижные, все время колеблющиеся в историческом и в геологическом времени около точно выражаемого среднего. Смещения или колебания этого среднего непрерывно проявляются не в историческом, а в геологическом времени. В течение геологического времени в круговых процессах, которые характерны для биогеохимической организованности, никогда какая-нибудь точка (например, атом или химический элемент) не возвращается в зоны веков тождественно к прежнему положению <...>

В обыденной жизни это проявляется для нас в личности, в отсутствие двух тождественных индивидуальностей, не отличимых друг от друга. В биологии проявляется оно тем, что каждый средний *индивидуум живого вещества химически отличим* как в своих химических соединениях, так, очевидно, и в своих химических элементах, и имеет *свои* особые соединения.

5. Чрезвычайно характерна в строении биосферы ее *физико-химическая и геометрическая разнородность*. Она состоит из живого вещества и вещества косного, которые на протяжении всего геологического времени резко разделены по своему генезису и по своему строению. Живые организмы, т.е. все живое вещество,

родятся от живого вещества, образуют в ходе времени поколения, никогда не возникающие прямо, вне такового же живого организма из какой бы то ни было косной материи планеты. Между косным и живым веществом есть, однако, непрерывная, никогда не прекращающаяся связь, которая может быть выражена как непрерывный биогенный ток атомов из живого вещества в косное вещество биосферы, и обратно. Этот биогенный ток атомов вызывается живым веществом. Он выражается в непрекращающемся никогда дыхании, питании, размножении и т.п.

В биосфере эта разнородность ее строения, непрерывная в течение всего геологического времени, является основным господствующим фактором, резко отличающим ее от всех других оболочек земного шара <...>

Живое вещество охватывает всю биосферу, ее создает и изменяет, но по весу и объему она составляет небольшую ее часть. Косное, неживое вещество резко преобладает; по объему господствуют газы в большом разрежении, по весу твердые горные породы и в меньшей степени жидкая морская вода Всемирного Океана. Живое вещество даже в самых больших концентрациях в исключительных случаях и в незначительных массах составляет десятки процентов вещества биосферы и в среднем едва ли составляет одну-две сотых процента по весу. Но геологически оно является самой большой силой в биосфере и определяет, как мы увидим, все идущие в ней процессы и развивает огромную свободную энергию, создавая основную геологически проявляющуюся силу в биосфере, мощность которой сейчас еще количественно учтена быть не может, но, возможно, превышает все другие геологические проявления в биосфере.

В связи с этим удобно ввести некоторые новые основные понятия, с которыми мы будем иметь дело во всем дальнейшем изложении.

6. Таковы понятия, связанные с понятиями природного тела (природного объекта) и природного явления. Нередко их обозначали как естественные тела или явления.

Живое вещество есть природное тело или явление в биосфере. Понятия *природного тела* и *природного явления*, мало логически исследованные, представляют основные понятия естествознания. Для нашей цели здесь нет надобности углубляться в логический их анализ. Это тела или явления, образующиеся природными процессами, — *природные объекты*.

Природными телами биосферы являются не только живые организмы, живые вещества, но главную массу вещества биосферы образуют тела или явления неживые, которые я буду называть косными. Таковы, например, газы, атмосфера, горные породы, химический элемент, атом, кварц, серпентины и т.д.

Помимо живых и косных природных тел в биосфере огромную роль играют их закономерные структуры, природные разнородные тела, как, например, почвы, или, поверхностные воды, сама биосфера и т.п., состоящие из живых и косных природных тел, од-

новременно сосуществующих, образующих сложные закономерные косно-живые структуры. Эти сложные природные тела я буду называть *биокосными* природными телами. Сама *биосфера* есть сложное планетное биокосное природное тело.

Различие между живыми и косными природными телами так велико, как мы это увидим в дальнейшем, что переход одних в другие в земных процессах никогда и нигде не наблюдается; нигде и никогда мы с ним в научной работе не встречаемся. Как мы увидим, он глубже нам известных *физико-химических явлений*.

Связанная с этим *разнородность строения биосферы*, резкое различие ее вещества и ее энергетики в форме живых и косных естественных тел есть основное ее проявление.

7. Одно из проявлений этой разнородности биосферы заключается в том, что процессы в живом веществе идут резко по-иному, чем в косной материи, если их рассматривать в аспекте времени. В живом веществе они идут в масштабе *исторического времени*, в косном — в масштабе *геологического времени*, "секунда" которого много больше декамириады, т.е. ста тысяч лет исторического времени. За пределами биосферы это различие проявляется еще более резко, и в литосфере мы наблюдаем для подавляющей массы ее вещества организованность, при которой большинство атомов, как показывает радиоактивное исследование, неподвижно, заметно для нас не смещается в течение десятков тысяч декамириад — участка времени, сейчас доступного нашему измерению.

Еще недавно в геологии господствовало представление, что геологи не могут изучать проявление геологически кратких изменений, происшедших в эпоху существования человека. Во времена моей молодости учили и мыслили, что изменение климата, орографии, создания новых видов организмов как общее правило не проявляются при геологических исследованиях, не являются для геолога *текущим явлением*. Сейчас эта идейная обстановка натуралиста резко изменилась, и мы все больше и ярче видим в действии окружающие нас геологические силы. Это совпало, едва ли случайно, с проникновением в научное сознание убеждения о геологическом значении *Ното сарпиенс*, с выявлением нового состояния биосферы — ноосферы — и является одной из форм ее выражения. Оно связано, конечно, прежде всего с уточнением естественной научной работы и мысли в пределах биосферы, где живое вещество играет основную роль <...>

8. Живое вещество биосферы резко отличается от ее косного вещества в двух основных процессах, имеющих огромное геологическое значение и придающих биосфере совершенно другой облик, который не существует ни для какой другой оболочки планеты. Эти два процесса проявляются только на фоне геологического времени. Они иногда останавливаются, но никогда не идут вспять.

Во-первых, в ходе геологического времени *растет мощность выявления живого вещества* в биосфере, увеличивается его в ней значение и его воздействие на косное вещество биосферы. Этот процесс до сих пор мало принимается во внимание <...>

Гораздо более обратил на себя внимание и более изучен другой процесс, всем известный и наложивший с середины XIX столетия глубочайший отпечаток на всю научную мысль XIX и XX столетий. Это процесс *эволюции видов* в ходе геологического времени — резкое изменение самих живых природных тел.

Только в живом веществе мы наблюдаем резкое изменение самих природных тел с ходом геологического времени. Одни организмы переходят в другие, вымирают, как мы говорим, или ко- ренным образом изменяются.

Живое вещество является *пластичным*, изменяется, приспосабливается к изменениям среды, но, возможно, имеет и свой процесс эволюции, проявляющийся в изменении с ходом геологического времени, вне зависимости от изменения среды. На это, может быть, указывают непрерывный, с останозками в ходе геологического времени, рост центральной нервной системы животных, ее значение в биосфере и глубина отражения живого вещества в окружающем <...>

Эволюционный процесс живых веществ непрерывно в течение всего геологического времени охватывает всю биосферу и различным образом, менее резко, но сказывается на ее косных природных телах. Уже по одному этому мы можем и должны говорить об эволюционном процессе самой биосферы в целом.

Благодаря эволюции видов, непрерывно идущей и никогда не прекращающейся, резко меняется отражение живого вещества на окружающей среде. Благодаря этому процесс эволюции — изменения — переносится в природные биокосные и биогенные тела, играющие основную роль в биосфере, в почвы, в наземные и подземные воды <...> Почвы и реки девона, например, иные, чем почвы третичного времени и нашей эпохи. Это область новых явлений, едва учитываемых научной мыслью. *Эволюция видов переходит в эволюцию биосферы.*

19. Эволюционный процесс получает при этом особое геологическое значение благодаря тому, что он создал новую геологическую силу — научную мысль социального человечества.

Мы как раз переживаем ее яркое вхождение в геологическую историю планеты. В последние тысячелетия наблюдается интенсивный рост влияния одного вида живого вещества — цивилизованного человечества — на изменение биосферы. Под влиянием научной мысли и человеческого труда биосфера переходит в новое состояние — в *ноосферу*.

Человечество закономерным движением, длившимся миллиард— другой лет, со все увеличивающимся в своем проявлении темпом, охватывает всю планету, выделяется, отходит от других живых организмов как новая небывалая геологическая сила. Со скоростью, сравнимой с размножением, выражаемой геометрической прогрессией в ходе времени, создается этим путем в биосфере все растущее множество новых для нее косных природных тел и новых больших природных явлений.

На наших глазах биосфера резко меняется. И едва ли может

быть сомнение в том, что проявляющаяся этим путем ее перестройка научной мыслью через организованный человеческий труд не есть случайное явление, но есть стихийный природный процесс, корни которого лежат глубоко и подготовлялись эволюционным процессом, длительность которого исчисляется сотнями миллионов лет.

Человек должен понять, как только научная, а не философская или религиозная концепция мира его охватит, что он не есть случайное, независимое от окружающего (биосферы или ноосферы) свободно действующее природное явление. Он составляет неизбежное проявление большого природного процесса, закономерно длящегося в течение по крайней мере двух миллиардов лет.

В настоящее время под влиянием окружающих ужасов жизни наряду с небывалым расцветом научной мысли, приходится слышать о приближении варварства, о крушении цивилизации, о самоистреблении человечества. Мне представляются эти настроения и эти суждения следствием недостаточно глубокого проникновения в окружающее. Не вошла еще в жизнь научная мысль; мир живет под резким влиянием еще неизжитых философских и религиозных навыков, не отвечающих реальности современного знания.

Научное знание, проявляющееся как геологическая сила, создающая ноосферу, не может приводить к результатам, противоречащим тому геологическому процессу, созданием которого она является. Это не случайное явление — корни его чрезвычайно глубоки.

10. Этот процесс связан с созданием человеческого мозга. В истории науки он был выявлен в форме эмпирического обобщения глубоким американским натуралистом, крупнейшим геологом, зоологом, палеонтологом, и минералогом Д.Д. Дана (1813—1895) в Нью-Хейвене. Он опубликовал свой вывод почти 80 лет назад <...>

Говоря современным научным языком, Дана заметил, что с ходом геологического времени на нашей планете у некоторой части ее обитателей проявляется все более и более совершенный, чем тот, который существовал на ней раньше, — центральный нервный аппарат — *мозг*. Процесс этот, названный им энцефалозом, никогда не идет вспять, хотя и многократно останавливается, иногда на многие миллионы лет. Процесс выражается, следовательно, полярным вектором времени, направление которого не меняется <...>

Эволюция биосферы связана с *усилением эволюционного процесса* живого вещества.

Мы знаем теперь, что в истории земной коры выясняются критические периоды, в которые геологическая деятельность в самых разнообразных ее проявлениях усиливается в своем темпе. Это усиление, конечно, заметно в историческом времени и может быть научно отмечено только в масштабе времени геологического.

Можно считать эти периоды *критическими* в истории планеты, и все указывает, что они вызываются глубокими с точки зрения

земной коры процессами, по всей видимости выходящими за ее пределы. Одновременно наблюдается усиление вулканических, орогенических, ледниковых явлений, трансгрессий моря и других геологических процессов, схватывающих большую часть биосферы одновременно на всем ее протяжении. Эволюционный процесс совпадает в своем усилении, в своих самых больших изменениях с этими периодами. В эти периоды создаются важнейшие и крупные изменения структуры живого вещества, что является ярким выражением глубины геологического значения этого пластического отражения живого вещества на происходящие изменения планеты.

Никакой теории, точного научного объяснения этого основного явления в истории планеты нет. Оно создано эмпирически и бессознательно — проникло в науку незаметно, и история его не написана. Большую роль играли в нем американские геологи, в частности, Д.Д. Дана. Оно охватило научную мысль нашего столетия.

К нему, однако, можно и нужно подойти с мерой и числом. Можно измерить геологическую продолжительность их деления и, таким образом, численно охарактеризовать изменение темпа геологических процессов. Это одна из ближайших задач радиогеологии.

11. Пока это не сделано, мы должны отметить и уточнить, что процесс эволюции биосферы, переход ее в *ноосферу*, явно проявляет ускорение темпа геологических процессов. Таких изменений, которые проявляются в биосфере в течение последних немногих тысяч лет в связи с ростом научной мысли и социальной деятельности человечества, не было в истории биосферы раньше.

Таковы, по крайней мере, те представления, которые мы можем сейчас вывести из изучения хода эволюции организмов в течение геологического времени. Для геологического времени декамириада много меньше, чем секунда исторического времени. Следовательно, в масштабе историческом тысяча лет будет больше 300 миллионов лет геологического времени. Это не противоречит тем большим изменениям биосферы, которые, например, произошли в кембрии, когда создавались известковые скелетные части макроскопических морских организмов, или в палеоцене, когда возникла фауна млекопитающих. Мы не можем упускать из виду, что время, нами переживаемое, геологически отвечает такому критическому периоду, так как ледниковый период еще не кончился. Темп изменений так медленен все-таки, что человек их не замечает.

Человек и человечество, его царство в биосфере всецело лежат в этом периоде и не выходят за его пределы.

Можно дать картину эволюцию биосферы с альгонга, резче с кембрия, в течение 500—800 млн. лет. Биосфера не раз переходила в новое эволюционное состояние. В ней возникали новые геологические проявления, раньше не бывшие. Это было, например, в кембрии, когда появились крупные организмы с кальцитовыми скелетами, или в третичное время (может быть, конец мелового), 70—80 млн. лет назад, когда создались наши леса и степи и развилась жизнь крупных млекопитающих. Это переживаем мы и сейчас, за последние 10—20 тысяч лет, когда человек, выработав в социальной среде

научную мысль, создает в биосфере новую геологическую силу, в ней не бывшую. Биосфера перешла, или вернее переходит в *новое эволюционное состояние — в ноосферу*, перерабатывается научной мыслью социального человечества <...>

13. Мы переживаем в настоящее время исключительное проявление живого вещества в биосфере, генетически связанное с выявлением сотни тысяч лет назад *Homo sapiens*, создание этим путем геологической силы, *научной мысли*, резко увеличивающей влияние живого вещества в эволюции биосферы. Охваченная всецело живым веществом, биосфера увеличивает, по-видимому, в беспредельных размерах его геологическую силу и, перерабатываемая научной мыслью *Homo sapiens* переходит в новое свое состояние — в *ноосферу*.

Научная мысль как проявление живого вещества по существу *не может быть* обратимым явлением — она может останавливаться в своем движении, но, раз создавшись и проявившись в эволюции биосферы, она несет в себе возможность неограниченного развития в ходе времени. В этом отношении ход научной мысли, например, в создании машин, как давно замечено, совершенно аналогичен ходу размножения организмов.

В косной среде биосферы нет необратимости. Обратимые, круговые физико-химические и геохимические процессы в ней резко преобладают. Живое вещество входит в них своими физико-химическими проявлениями диссонансом.

Рост научной мысли, тесно связанный с ростом заселения биосферы человеком и его культурой — размножением его и его живого вещества, — должен ограничиваться чуждой живому веществу средой и оказывать на нее *давление*. Ибо этот рост связан с количеством прямо или косвенно участвующего в научной работе быстро увеличивающегося живого вещества.

Этот рост и связанное с ним давление все увеличиваются благодаря тому, что в этой работе резко проявляется действие массы создаваемых машин, увеличение которых в ноосфере подчиняется тем же законам, как размножение самого живого вещества, т.е. выражается в геометрических прогрессиях.

Как размножение организмов проявляется в *давлении* живого вещества в биосфере, так и ход геологического проявления научной мысли давит создаваемыми им орудиями на косную сдерживающую его среду биосферы, создавая ноосферу, царство разума <...>

14. Мы мысленно не сознаем еще вполне, жизненно не делаем еще всех следствий из того удивительного, небывалого времени, в которое человечество вступило в XX в. <...>

Впервые человек охватил своей жизнью, своей культурой всю верхнюю оболочку планеты — в общем, всю биосферу, всю связанную с жизнью область планеты <...>

Закончен после многих сотен тысяч лет неуклонных стихийных стремлений охват всей поверхности биосферы единым социальным видом животного царства — человеком. Нет на Земле уголка, для него недоступного. Нет пределов возможному его размножению. Научной мыслью и государственно организованной, ею направляемой

техникой, своей жизнью человек создает в биосфере новую *биогенную силу*, направляющую его размножение и создающую благоприятные условия для заселения им частей биосферы, куда раньше не проникала его жизнь и местами даже какая бы то ни было жизнь <...>

Человечество едино, и хотя в подавляющей массе это сознается, но это единство проявляется формами жизни, которые фактически его углубляют и укрепляют незаметно для человека, стихийно, в результате бессознательного к нему устремления. Жизнь человечества, при всей ее разнородности, стала неделимой, единой. Событие, происшедшее в заходустном уголке любой точки любого континента или океана, отражается и имеет следствия — большие и малые — в ряде других мест, всюду на поверхности Земли. Телеграф, телефон, радио, аэропланы, аэростаты охватили весь земной шар. Сношения становятся все более простыми и быстрыми. Ежегодно организованность их увеличивается, бурно растет.

Мы ясно видим, что это начало стихийного движения, природного явления, которое не может быть остановлено случайностями человеческой истории. Здесь впервые, может быть, так ярко проявляется связь исторических процессов с палеонтологической историей выявления *Homo sapiens*. Этот процесс — *полного заселения биосферы* человеком — обусловлен ходом истории научной мысли, неразрывно связан со скоростью сношений, с успехами техники передвижения, с возможностью *мгновенной* передачи мысли, ее одновременного обсуждения всюду на планете <...>

Это новая стадия в истории *планеты*, которая не позволяет пользоваться для сравнения, без поправок историческим ее прошлым. Ибо эта стадия создает по существу новое в истории Земли, а не только в истории человечества.

Человек впервые реально понял, что он житель планеты и может — должен — мыслить и действовать в новом аспекте, не только в аспекте отдельной личности, семьи или рода, государства или их союзов, но и *в планетном аспекте*. Он, как и все живое, может мыслить и действовать в планетном аспекте только в области жизни — *в биосфере*, в определенной земной оболочке, с которой он неразрывно, закономерно связан и уйти из которой он не может. Его существование есть ее функция. Он несет ее с собой всюду. И он ее неизбежно, закономерно, непрерывно изменяет.

15. Одновременно с полным охватом человеком поверхности биосферы — полного им ее заселения — тесно связанным с успехами научной мысли, т.е. с ее ходом во времени, в геологии создалось научное обобщение, которое научно, по-новому вскрывает характер переживаемого человечеством момента его истории.

По-новому вылилась в понимании геологов геологическая роль человечества <...> В начале нашего столетия независимо Ч. Шухерт (1858—1942) в Нью-Хейвене¹ и А.П. Павлов (1854—1929) в

¹ C. Schuchert, C.O. Dunbar. A Text Book of Geology. N.Y. 1933. P. 80.

Москве¹ учли геологически, по-новому, давно известное изменение, какое появление цивилизации человека вносит в окружающую природу, в Лик Земли. Они сочли возможным принять такое проявление *Homo sapiens* за основу для выделения *новой геологической эры*, наравне с тектоническими и орогенетическими данными, которым обычно такие деления определяются.

Они правильно пытались на этом основании разделить плейстоценовую эру, определив ее конец началом выявления человека (последнюю сотню—другую тысяч лет — примерно несколько декамириад назад), и выделить в особую геологическую эру — *психозойскую*, по Шухерту, *антропогенную* — по Павлову.

В действительности, Ч. Шухерт и А.П. Павлов углубили и уточнили, внесли в рамки установленных в геологии нашего времени делений истории Земли вывод, который был сделан много раньше их и не противоречил эмпирической научной работе. Так, это ясно сознавалось одним из творцов современной геологии — Л. Агассисом (L. Agassiz, 1807—1873), исходившим из палеонтологической истории *жизни*. Он уже в 1859 г. установил особую геологическую *эру человека*. Но Агассис опирался не на геологические факты, а в значительной мере на бытовое религиозное убеждение, столь сильное в эпоху естествознания до Дарвина; он исходил из особого положения человека в мироздании.

Геология середины XIX в. и геология начала XX в. несравнимы по своей мощности и научной обоснованности, и "эра человека" Агассиса не может быть научно сравниваема с "эрой" Шухерта—Павлова <...>

17. <...> Из обобщений Шухерта и Павлова ясно, что основное влияние мысли человека как геологического фактора выявляется в научном ее проявлении: оно главным образом строит и направляет техническую работу человечества, переделывающую биосферу.

Оба указанных геолога могли сделать свое обобщение прежде всего потому, что человек в их время смог заселить всю планету. Кроме него, ни один организм, кроме микроскопических видов организмов и, может быть, некоторых травянистых растений, не охватил в заселении планеты таких ее площадей. Но человек сделал это другим путем. Он научно мыслил и трудом изменил биосферу, приспособил ее к себе и сам создал условия проявления свойственной ему биогеохимической энергии размножения. Такое заселение всей планеты стало ясным к началу XX в. Можно считать, что оно около первой его четверти стало фактом и укрепляется с каждым годом все более и более на наших глазах. Оно стало возможным только благодаря резкому изменению бытовых условий, связанных с новой идеологией, с резким изменением задач государственной жизни, с ростом научной техники, совершившихся к тому же самому времени.

¹ А.П. Павлов. Геологическая история европейских земель и морей в связи с историей ископаемого человека. М.; Л., 1936. С. 115 и сл.

Как правильно отметил Ортега-и-Гасет¹, XIX в. в Европе и во всем мире со второй его половины явился историческим периодом, где значение жизненных интересов народных масс реально и идеологически, в сознании их государственных людей, впервые во всемирной истории выступило на первое место. Впервые это резко проявилось в быту. Впервые новая идеология опирается на сознание народных масс, выступающих как социальная сила на историческом фоне. Она начинает охватывать быстро растущим темпом все человечество — "всяк язык" без исключения.

Она скажется в своем реальном значении только с ходом времени.

Социально-политический идейный переворот ярко выявился в XX столетии в основной своей части благодаря научной работе, благодаря научному определению и выяснению социальных задач человечества и форм его организации.

18. В многотысячелетней исторической трагедии, для масс населения полной крови, страданий, преступлений, нищеты, тяжелых условий жизни, которые мы называем всемирной историей, многократно возникал вопрос о лучшем устройстве жизни и о способах, которыми можно этого достигнуть. Человек не мирился с условиями своей жизни.

Выход исканий раз но решался, и в истории человечества мы видим многочисленные (а сколько их исчезло бесследно!) искания — философские, религиозные, художественные и научные. Тысячелетия во всех уголках, где существует человеческое общество, они создавались и создаются.

Всемирная история человечества переживалась и представлялась для значительной части людей, а местами и временами для большинства, полной страданий, зла, убийств, голода и нищеты, являлась неразрешимой загадкой с человеческой точки зрения разумности и добра <...>

Все так полученные решения в конце концов переносят и переносили вопрос в другую плоскость — из области жестокой реальности в область идеальных представлений. Найдены бесчисленные в разных формах религиозно-философские решения, которые на деле связаны с представлением о бессмертности личности, в той или иной форме в прямом смысле этого слова или в будущем воскресении личности в новых условиях, где не будет зла, страданий и бедствий или где они будут распределены справедливо.

<...> Все эти представления — при всей их далекости иногда от точного научного знания — являются могущественным социальным фактором на протяжении тысячелетий, резко отражающимся на процессе эволюции биосферы в ноосферу, но далеко не являющимся при этом решающим или сколько-нибудь выделяющимся от других факторов ее создания. В этом аспекте в течение десятков тысяч лет они иногда играли главную роль, иногда те-

¹ J. Ortega-y-Gasset. The Revolt of the Masses. London. 1932.

рялись среди других, выходили на второй план, могли быть оставлены без внимания.

19. Ибо тот же исторический процесс всемирной истории отражается в окружающей человека природе другим путем. К нему можно и нужно подойти чисто научно, оставляя в стороне всякие представления, не вытекающие из научных фактов.

К такому изучению всемирной истории человечества подходят сейчас археологи, геологи и биологи <...>, создавая новое научное понимание исторического процесса жизни человека. Геологи, углубляясь в историю нашей планеты, в постплиоценовое время, в ледниковую эпоху, собрали огромное количество научных фактов, выявляющих отражение жизни человеческих обществ — в конце концов цивилизованного человечества — на геологические процессы нашей планеты, в сущности биосферы. Без их оценки с точки зрения добра и зла, не касаясь этической или философской стороны, научная работа, научная мысль констатируют новый факт первостепенного геологического значения в истории планеты. Этот факт заключается в выявлении создаваемой историческим процессом новой *психозойской* или *антропогенной* эры. В сущности, она палеонтологически определяется появлением человека.

В этом научном обобщении все бесчисленные — и *теологические*¹, и философские, и религиозные — представления о значении человека и человеческой истории не играют сколько-нибудь существенной роли. Они могут спокойно быть оставлены в стороне. Наука может с ними не считаться.

20. Подходя к анализу этого научного обобщения, заметим, что длительность этого процесса может быть оценена в миллионы лет, причем исторический процесс человеческих обществ охватывает в нем несколько декамириад, сотен тысяч лет.

Необходимо прежде всего подчеркнуть несколько предпосылок, которые этим обобщением определяются.

Первой является *единство и равенство по существу, в принципе всех людей, всех рас*. Биологически это выражается в выявлении в геологическом процессе всех людей *как единого целого* по отношению к остальному живому населению планеты.

И это несмотря на то, что возможно, и даже вероятно, различное происхождение человеческих рас из разных видов рода Номо. Едва ли это различие идет глубже в отношении более отдаленных предков рода Номо. Однако отрицать это пока нельзя. Такое единство по отношению ко всему другому живому в общем выдерживается во всей всемирной истории, хотя временами и местами в отдельных частных случаях оно отсутствовало. Мы встречаемся с его проявлениями еще теперь, но от этого общий стихийный процесс не меняется.

¹ В изданиях: *В. И. Вернадский. Размышления натуралиста. Кн. 2. (М.: Наука, 1977. С. 28)* и *В. И. Вернадский. Философские мысли натуралиста. (М.: Наука, 1988. С. 40)* — напечатано "геологические". Мы сочли, что это неправильно разобранный в рукописи слово — "теологические", что больше соответствует мысли автора. — *Прим. ред.*

Геологическое значение человечества впервые проявилось в этом явлении. По-видимому, уже сотысячелетия назад, когда человек овладел огнем и стал делать первые орудия, он положил начало своему преимуществу перед животными, борьба с которыми заняла огромное место в его истории и окончательно, теоретически, кончилась несколько столетий назад с открытием огнестрельного оружия. В XX столетии человек должен уже употреблять специальные усилия, чтобы не допустить истребления всех животных — больших млекопитающих и пресмыкающихся, которых он по тем или иным соображениям хочет сохранить. Но уже многие десятилетия раньше, близко к своему появлению, он явился той силой, новой на нашей планете, которая заняла важное место наряду с другими, раньше бывшими, приводящими к истреблению видов крупных животных. Очень возможно, что в начале он ненамного выходил из ряда других хищников стадного характера.

21. Гораздо важнее, с геологической точки зрения, был другой сдвиг, длительно совершавшийся десятки тысяч лет назад, — приручение стадных животных и выработка культурных рас растений. Человек этим путем стал менять окружающий его мир и создавать для себя новую, не бывшую никогда на планете, живую природу. Огромное значение этого проявилось еще и в другом — в том, что он избавился от голода новым путем, лишь в слабой мере известным животным — сознательным, творческим обеспечением от голода и, следовательно, нашел возможность неограниченного проявления своего размножения.

К этому времени, вероятно, за пределами десятка—двух тысяч лет назад, создалась впервые благодаря этому возможность образования больших поселений (городов и сел), а следовательно, возможность образования государственных структур, резко отличающихся и по существу от тех специальных форм, которые вызываются кровной связью. Идея единства человечества реально, хотя, очевидно, бессознательно, получила здесь еще больше возможности своего развития.

Благодаря открытию огня человек смог пережить ледниковый период — те огромные изменения и колебания климата и состояний биосферы, которые теперь перед нами научно открываются в чередовании так называемых межледниковых периодов — по крайней мере трех — в Северном полушарии. Он пережил их, хотя при этом ряд других крупных млекопитающих исчез с лица Земли. Возможно, что он способствовал их исчезновению.

Ледниковый период не закончился и длится до сих пор. Мы живем в периоде межледниковом — потепление еще продолжается, — но человек так хорошо приспособился к этим условиям, что не замечает ледникового периода <...>

Сотни тысяч поколений прошли в истории человечества в ледниковом периоде.

Но едва ли можно сомневаться сейчас, что человек (вероятно, не род Homo) существовал уже много раньше — по крайней мере в конце плиоцена, несколько миллионов лет назад. Пильт-

даунский человек в Южной Англии в конце плиоцена, морфологически отличный от современного человека, обладал уже каменными орудиями и, очевидно, не сохранившимися орудиями из дерева, а может быть, из кости. Мозговой его аппарат был столь же совершенен, как у современного человека. Синантроп Северного Китая, живший, по-видимому, в начале постплиоцена в области, куда ледник, по-видимому, не доходил, знал употребление огня и обладал орудиями.

Возможно, как раз прав А.П. Павлов, который допускал, что ледниковый период, первое оледенение Северного полушария, началось в конце плиоцена, и в это время в условиях, приближавшихся к суровым ледниковым, в биосфере выявился новый организм, обладающий исключительной центральной нервной системой, которая привела его в конце концов к созданию разума, и сейчас проявляется в переходе *биосферы в ноосферу*.

По-видимому, все морфологические разные типы человека, разные роды и виды уже между собой общались, являлись сызначала отличными от основной массы живого вещества, обладали творчеством резко иного характера, чем окружающая жизнь, и могли между собой кровно смешиваться. Стихийно этим путем *создавалось единство человечества*. По-видимому, прав Осборн¹, что человек, на границе плиоцена и постплиоцена не имея еще постоянных поселений, обладал большой подвижностью, переходил с места на место, сознавал и проявлял свою резкую обособленность — стремился к независимости от окружающей его живой природы.

22. Реально это *единство* человека, его отличие от всего живого, новая форма *власти живого организма* над биосферой, большая его *независимость*, чем всех других организмов, *от ее условий* является основным фактором, который в конце концов выявился в геологическом эволюционном процессе создания ноосферы. В течение долгих поколений единство человеческих обществ, их общение и их власть — стремление к проявлению власти над окружающей природой — проявились стихийно, прежде чем они выявились и были осознаны идеологически.

Конечно, это не было сознательно сложившееся явление: оно вырабатывалось в борьбе при столкновениях; были взаимные истребления людей, временами каннибализм и охота друг за другом, но, как общее правило, эти три фактических выражения будущих идей единства человека, резко его отличия от всего живого и стремление овладеть окружающей природой проникают и создают всю историю человечества, в последние десятки тысяч лет по крайней мере. Они подготовили новое современное стремление осознать их идеологически, как основу человеческой жизни.

Реальное их существование мы можем научно точно проследить в идеологическом аспекте только в течение одного десятилетия — десятилетия максимум. Но и то, в письменных памятниках мы не идем

¹ H.F. Osborn. The Age of Mammals in Europe, Asia and North America. N.Y., 1910.

глубже четырех тысяч лет, так как письменные знаки не заходят много глубже, а азбука буквенных знаков едва ли заходит за три тысячи лет до нашего времени. В древнейших памятниках мы можем ожидать реальные отголоски идеологических построений едва за тысячу лет до открытия идеографических письмен. Следовательно, едва ли в сохранившемся предании мы идем много глубже шести тысяч лет до нашего времени, учитывая при этом необычную ныне устную возможность передачи поколениями идеологических построений, вырабатывавшихся своеобразной цивилизацией того времени. Последние археологические открытия вскрывают перед нами неожиданный факт, что городская цивилизованная жизнь, обычные для нашего быта условия культурной городской жизни, мирный торговый обмен и техника жизни, раньше не допускавшиеся ее достижения позже забыты и через тысячелетия иногда вновь найдены. Они позволяют думать, что сложный городской цивилизованный быт существовал задолго — может быть, за тысячелетия — шесть тысяч лет назад. В течение тысячелетий сложным путем все эти достижения распространялись на все континенты, не исключая, по-видимому, в какой-то период и Нового Света. С человеческой точки зрения, Новый Свет не является новым, и культура, даже научная, его государств к концу XV—началу XVI столетий — времени его открытия для западноевропейской цивилизации — была не ниже, но в некоторых отношениях даже выше научного знания западных европейцев. Она потерпела крушение только вследствие того, что военная техника, огнестрельное оружие были неизвестны в Америке и за несколько десятков лет перед открытием Америки стали обычными в быту западноевропейцев.

Выясняется картина многотысячелетней истории материального взаимодействия цивилизаций, отдельных исторических центров через Евразию, частью Африку, от Атлантического океана до Тихого и Индийского, временами с многосотлетними остановками — распространяющегося через океаны. Чрезвычайно характерно, что центры культуры были расположены в немногих местах. Древнейшими являются: Халдейское междуречье, установленное Брестедом, долина Нила, Египет и Северная Индия, доарийская. Они все находились в многотысячелетнем контакте <...>

23. Примерно за две с половиной тысячи лет назад "одновременно" (в порядке веков) произошло глубокое движение мысли в области религиозной, художественной и философской и разных культурных центрах: в Иране, в Китае, в арийской Индии, в эллинском Средиземноморье (теперешней Италии) <...>

Впервые идея единства всего человечества, людей как братьев, вышла за пределы отдельных личностей, к ней подходивших в своих интуициях или вдохновениях, стала двигателем жизни и быта народных масс и задачей государственных образований. Она не сошла с тех пор с исторического поля человечества, но до сих пор далека от своего осуществления. Медленно, с многосотлетними остановками, создаются условия, дающие возможность ее осуществления, реального проведения в жизнь <...>

Биосфера XX столетия превращается в ноосферу, создаваемую прежде всего ростом науки, научного понимания и основанного на ней социального труда человечества <...> Необходимо подчеркнуть неразрывную связь ее создания с ростом научной мысли, являющейся первой необходимой предпосылкой этого создания. Ноосфера может создаваться только при этом условии.

24. И как раз в наше время, с начала XX в., наблюдается исключительное явление в ходе научной мысли. Темп его становится совершенно необычным, небывалым в ходе многих столетий. Одиннадцать лет назад я приравнивал его к взрыву — *взрыву научного творчества*. И сейчас я могу это только еще более резко и определенно утверждать.

В XX в. мы переживаем в ходе научного знания, в ходе научного творчества в истории человечества время, равное по значению которому мы можем найти только в его далеком прошлом <...>

История научного знания есть история создания в биосфере нового основного геологического фактора — ее новой организованности, выявившейся стихийно в последние тысячелетия. Она не случайна, закономерна, как закономерен в ходе времени палеонтологический процесс.

<...> Научно *понять* это большое, огромной научной и социальной важности явление мы еще не можем. Научно *понять* — значит установить явление в рамки научной реальности — космоса. Сейчас мы должны одновременно *пытаться научно понять* его и в то же время использовать его изучение для установок основных вех *истории научного знания* — одной из важнейших научных дисциплин человечества.

Мы переживаем коренную ломку научного мировоззрения, происходящую в течение жизни ныне живых поколений, переживаем создание новых огромных областей знания, расширяющее до неузнаваемости научно охватываемый космос конца прошлого века — и в его пространстве, и в его времени, — переживаем изменение научной методики, идущее с быстротой, какую мы напрасно стали бы искать в сохранившихся летописях мировой науки. Со все увеличивающейся быстротой создаются новые методики научной работы и новые области знаний, новые науки, вскрывающие перед нами миллионы научных фактов и миллионы научных явлений, существование которых мы еще вчера не подозревали. С трудом и неполно, как еще никогда, отдельный ученый может следить за ходом научного знания.

Наука перестраивается на наших глазах.

Но больше того, вскрывается, мне кажется, с поразительной ясностью влияние науки, все увеличивающееся, на нашу жизнь, на живую и мертвую — косную — нас окружающую природу. Наука и созидающая ее научная мысль выявляет в этом переживаемом нами *росте науки XX в., в этом социальном явлении истории человечества*, полном глубокого значения, свой иной, нам чуждый планетный характер. Наука вскрывается нам в нем по-новому.

Мы можем изучать это переживаемое нами явление — научно

изучать его — с двух разных точек зрения. С одной стороны, как одно из основных явлений истории научной мысли, с другой — как проявление структуры биосферы, выявляющее нам новые большие черты ее организованности. Тесная и неразрывная связь этих явлений никогда с такой ясностью не стояла перед человечеством.

Мы живем в эпоху, когда эта сторона хода научной мысли выявляется перед нами с необычайной ясностью — ход истории научной мысли выступает перед нами как природный процесс истории биосферы.

Исторический процесс — проявление всемирной истории человечества — выявляется перед нами в одном, но основном своем следствии — как природное, огромного геологического значения, явление. Это не учитывалось в истории научной мысли как неотделимый от нее основной ее признак.

25. До сих пор история человечества и история его духовных проявлений изучается как самодовлеющее явление, свободно и незакономерно проявляющееся на земной поверхности, в окружающей ее среде, как нечто ей чуждое. Социальные силы, в ней проявляющиеся, считаются в значительной степени свободными от среды, в которой идет история человечества.

Хотя существует много разных попыток связать духовные проявления человечества и историю человечества вообще со средой, где они имеют место, всегда упускается, что, во-первых, среда эта — биосфера — имеет совершенно определенное строение, определяющее *все без исключения в ней происходящее*, не могущее коренным образом нарушаться идущими внутри ее процессами. Она имеет, как все явления в природе, свои закономерные изменения в пространстве—времени.

Взрыв научного творчества происходит и в определенной мере создает переход биосферы в ноосферу. Но, помимо этого, сам человек и в его индивидуальном, и в его социальном проявлении теснейшим образом закономерно, материально-энергетически связан с биосферой; эта связь никогда не прерывается, пока человек существует, и ничем существенным не отличается от других биосферных явлений.

26. Сведем эти научно-эмпирические обобщения.

1) Человек, как он наблюдается в природе, как и все живые организмы, как всякое живое вещество, есть определенная *функция биосферы*, в определенном ее пространстве—времени.

2) Человек во всех его проявлениях составляет определенную закономерную часть строения биосферы.

3) "Взрыв" научной мысли в XX столетии *подготовлен всем прошлым биосферы* и имеет глубочайшие корни в ее строении. Он не может остановиться и пойти назад. Он может только замедлиться в своем темпе. Ноосфера — биосфера, переработанная научной мыслью, подготовлявшаяся шедшим сотни миллионов, может быть миллиарды лет, процессом, создавшим *Ното sapiens faber*, не есть кратковременное и переходящее геологическое явление. Процессы, подготовлявшиеся многие миллиарды лет, не

могут быть преходящими, не могут остановиться. Отсюда следует, что биосфера неизбежно перейдет так или иначе, рано или поздно, в ноосферу, т.е. в жизни народов, ее населяющих, произойдут события, нужные для этого, а не этому процессу противоречащие.

Цивилизация "культурного человечества" — поскольку она является формой организации новой геологической силы, создавшейся в биосфере, — *не может прерваться и уничтожиться*, так как это есть большое природное явление, отвечающее исторически, вернее геологически, сложившейся организованности биосферы. Образуя ноосферу, она всеми корнями связывается с этой земной оболочкой, чего раньше в истории человечества в сколько-нибудь сравнимой мере не было.

27. Этому как будто противоречат весь прошлый исторический опыт человечества и события переживаемого нами момента.

Прежде чем идти дальше, я не могу на этом, хотя бы кратко, не остановиться. Мне кажется, начавшееся создание ноосферы человеческой мыслью и трудом меняет всю обстановку его истории, не позволяет просто сравнивать прошлое с настоящим, как это было допустимо раньше.

Всем известны многочисленные, не только длительные, сдвиги в росте научной мысли, но известны и потери на долгие столетия, и разрушения раньше добытых научных достижений. Мы видим временами резко выраженный "регресс", который захватывал большие территории и физически уничтожал целые цивилизации, не носившие в себе самих неотвратимых для этого причин. Процессы, связанные с разрушением римско-греческой цивилизации, на многие столетия задержали научную работу человечества, и многое из раньше достигнутого было надолго, частью навсегда, потеряно. То же самое мы видим для древних цивилизаций Индии и Дальнего Востока.

Понятными и неизбежными кажутся отсюда охватившие широкие круги мыслящих людей страх и опасения такого же насильственного крушения в наше время, после мировой войны 1914—1918 гг., одного из величайших проявлений варварства человечества. Государственные силы после ее замирания, как мы теперь ясно видим, не оказались на высоте положения, и мы переживаем следствия неустойчивого положения последних 20 лет, связанного с глубоким моральным переломом — последствием мировой бойни, бессмысленной гибели более десятка миллионов людей в течение четырех лет и бесчисленных потерь народного труда. Через 20 лет после окончания войны мы стоим сейчас перед опасностью новой, еще более варварской и еще более бессмысленной войны. Сейчас не только фактически, но и идеологически способом войны является истребление не только вооруженных ее участников, но и мирного населения, в том числе стариков, старух и детей <...>

28. <...> Моральные последствия войны 1914—1918 гг. были колоссальными и оказались неожиданными для ее зачинателей и деятелей последствиями. Основным является резкое изменение госу-

дарственной идеологии, более или менее резко отошедшей от христианства, приведшее к разделению человечества на враждебные, воинствующие, идеологически непримиримые группы государств <...>

29. Создается неустойчивое положение, могущее вызвать огромные несчастья, но далеко до крушения мировой цивилизации нашего времени. Слишком глубоки ее основы для того, чтобы они могли поколебаться от этих событий, потрясающих современников.

Уже даже опыт 1914—1918 гг. ясно это показал. Прошли годы, и мы ясно видим, что рост науки и силы человечества в окружающей природе растут с неудержимой мощностью.

Нигде не видим мы какого-нибудь ослабления научного движения, несмотря на войны, истребление, гибель людей от убийств и болезней. Все эти потери быстро возмещаются мощным подъемом реально осуществляемых достижений науки и ею охваченной организованности государственной власти и техники <...>

Переживаемое не может быть длительным и прочным и не может остановить наблюдаемый нами переход биосферы в ноосферу, но, может быть, придется пережить попытку варварских войн, борющихся с силой, явно неравной.

30. Основной геологической силой, создающей ноосферу, является рост научного знания <...>

31. Следующие явления наблюдаются и заставляют думать, что страхи и возможности крушения цивилизации (в росте и в устойчивости ноосферы) лишены основания.

Во-первых, никогда не было в истории человечества ныне наблюдаемой его еселенскости, — с одной стороны, полного захвата человеком биосферы для жизни и, с другой стороны, отсутствия оторванности отдельных поселений благодаря быстрой сношений и передвижений. Сношения могут происходить мгновенно и громко оглашаться для всех. Скоро можно будет сделать видными для всех события, происходящие за тысячи километров. Передвижения и переносы вещей могут быть теоретически ускорены в любой степени, и темп их быстро растет, как никогда раньше.

Во-вторых, никогда ранее в истории человечества интересы и благо всех, а не отдельных лиц или групп, не ставились реальной государственной задачей. И только теперь народные массы получают все растущую возможность сознательно влиять на ход государственных и общественных дел. Впервые реально поставлена и уже не может сойти с поля зрения борьба с бедностью и ее последствиями (недоеданием) как биологически научная и государственная задача.

В-третьих, впервые поставлена как такая же задача проблема сознательного регулирования размножения, продления жизни, ослабления болезней для всего человечества.

Впервые ставится задача проникновения научного знания во все человечество.

Такой совокупности общечеловеческих действий и идей никогда раньше не бывало. и ясно, что остановлено это движение быть не может. В частности, перед учеными стоят для ближайшего буду-

щего небывалые для них задачи сознательного направления организованности ноосферы, отойти от которой они не могут, так как к этому направляет их стихийный ход научного знания.

Есть еще одно обстоятельство, которое не получило еще ясного выражения, но которое явно складывается. Это — *интернациональность науки*, ее стремление к свободе и мысли и то сознание нравственной ответственности ученых за использование научных открытий и научной работы для разрушительной, противоречащей идее ноосферы, цели. Это течение еще не сложилось, но мне кажется, за последние годы быстро складывается и расширяется в этом направлении мировое научное общественное мнение. В истории философии и науки, особенно в эпоху Возрождения и в начале Нового времени, когда латинский язык был ученым языком вне стран и национальностей, реальный, но не оформленный, интернационал ученых сыграл огромную роль и имел глубокие корни в средневековом единстве реального, но неоформленного векового интернационала философов и ученых.

Традиции интернационала ученых имеют, таким образом, глубокие корни, сознание его необходимости проникает все глубже, и это течение идет в унисон с созданием ноосферы как цели. Но на этот раз характер научного интернационала неизбежно должен быть иным, чем тот, каким был скрывавшийся в мусульманской и католической среде, носивший личину правоверия, больше философский, чем научный, круг поколений средневековых ученых. Сейчас ученые являются реальной силой; специалисты, инженеры и экономисты-теоретики, прикладные химики, зоотехники, агрономы, врачи (игравшие и прежде ведущую роль) составляют основную массу и представляют всю творческую силу водителей народов.

Все сказанное выше указывает, что реальная обстановка в наше бурное и кровавое время не может дать развиваться и победить силам варваризации, которые сейчас как будто выступают на видное место. Все страхи и рассуждения обывателей, а также некоторых представителей гуманитарных и философских дисциплин о возможности гибели цивилизации связаны с недооценкой силы и глубины геологических процессов, каким является происходящий ныне, нами переживаемый, переход биосферы в ноосферу <...>

Теперь еще несколько соображений о ходе научного знания.

32. Для того чтобы понять происходящее движение науки, надо прежде всего поставить его в рамки научного охвата реальности, логически с ней связать ход научного знания. История человечества, так же как жизнь каждой отдельной человеческой личности, не может быть оторвана и рассматривается отдельно от ее "среды". Это утверждение не возбуждает в такой общей форме никакого сомнения, безразлично, какое бы определение "среды" мы ни делали и какие бы допущения о необходимости признания других, равной силы факторов, от среды независимых, исходя из философских или религиозных представлений, в нем ни допускали.

В научном охвате природы отталкиваются от этого основного положения — о причинной связи всех явлений окружающего, сво-

дят явления к единому. Существование факторов, от среды независимых, в науке не принимается, исходя из признания единства реальности, единства космоса <...>

Развитие науки в XX в. привело — неожиданно, чисто эмпирически — к ограничению этого многовекового правила научной работы. Выяснились *три раздельных пласта реальности*, в пределах которых замыкаются научно устанавливаемые факты. Эти три пласта, по-видимому, резко отличны по свойствам пространства — времени. Они проникают друг друга, но определенно замыкаются, резко отграничиваются друг от друга как в содержании, так и в методике изучения их явлений. Это пласты: явления космических просторов, явления планетные, нашей, близкой нам "природы", и явления микроскопические, в которых тяготение отходит на второй план.

Научно явления жизни наблюдаются только в двух последних пластах мировой реальности.

В охвате реальности нет надобности считаться с другими о ней представлениями, допускающими существование в изучаемой реальности построений, не принятых научным исканием во внимание и научно в ней не открываемых. Обычные, господствующие представления о мире — о реальности — переполнены религиозными, философскими, историческими-быговыми и социальными построениями, часто противоречащими научно принятым и иногда принимаемыми во внимание в научной работе отдельными исследователями или группами исследователей.

Противоречие между этими представлениями проникает научную мысль; научный охват реальности, постоянно с ними сталкивается. Он ломает ему чуждые построения, когда нужно, и с ним вынуждены считаться, если он правильно сделан, все другие представления о реальности, выработанные человечеством, — религиозные, философские, социально-государственные — должны в случаях их противоречия с научно найденной истиной переделяваться и ей уступать. Примат научной мысли в своей области — в научной работе — всегда существует, признается ли он или нет, безразлично. Ее правильно сделанные положения общеобязательны. Это не зависит от нашей воли. Это свойственно в духовной жизни человечества только научной истине.

По существу это утверждение не требует доказательств, оно вытекает как эмпирический *факт* из наблюдения хода истории научной мысли. В такие моменты, как теперешний, это становится особенно ясным.

33. Наука и научная работа отнюдь не являются, взятые в целом, результатом *только* работы отдельных ученых, их сознательного искания научной истины.

Наука и научная работа, научная мысль, как общее правило, не являются выявлением кабинетного ученого, далекого от жизни, углубляющегося в им созданную или безотносительно от окружающего им свободно выбранную научную проблему. Средневековый западноевропейский монах, возглавлявший недолго, правда,

науку своего времени, в общем не был отшельником науки: им не был и связанный тысячами нитей с жизнью жрец Древнего Египта или Вавилона или ученый XVII столетия Западной Европы и Северной Америки. Большинство ученых не были теми людьми "не от мира сего", каких не раз рисовали и рисуют художественное творчество и обыденная молва. Такими были лишь отдельные эрудиты, светские люди — любители, отдельные монахи или отшельники, но они совершенно терялись в общей толпе научных работников, и их роль, почтенная и нужная иногда, видна и сказывается лишь при пристальном и подробном изучении научного творчества. Но и они являются творцами науки.

Наука есть создание жизни. Из окружающей жизни научная мысль берет приводимый ею в форму научной истины материал. Она — гуща жизни — его творит прежде всего. Это есть стихийное отражение жизни человека в окружающей человека среде — в носсфере¹. *Наука есть проявление действия в человеческом обществе совокупности человеческой мысли.*

Научное построение, как правило, реально существующее, не есть логически стройная, во всех основах своих сознательно определяемая разумом система знания. Она полна непрерывных изменений, исправлений и противоречий, подвижна чрезвычайно, как жизнь, сложна в своем содержании; она есть динамическое неустойчивое равновесие.

Логически стройными могут быть и бывают иногда лишь рационалистические или мистические построения философских систем, или теологическое (и мистическое) выявление религии, исходными для которых являются признанные за истину положения, строго логически дальше развиваемые и углубляемые, вне зависимости от фактов окружающей природы (в том числе и социальной среды человечества).

Система науки, взятая в целом, всегда с логически-критической точки зрения несовершенна. Лишь часть ее, правда, все увеличивающаяся, непререкаема (логика, математика, научный аппарат фактов). Науки, реально существующие, исторически проявляющиеся в истории человечества и в биосфере, всегда охвачены бесчисленными, часто для современников непреодолимыми, чуждыми им и ими в историческом процессе перерабатываемыми философскими, религиозными, социальными и техническими обобщениями и достижениями, переработка которых по существу является главным содержанием развития истории науки. *Только часть*, но, как мы видим, все увеличивающаяся, часть науки, в действительности ее основное содержание, часто так не учитываемое учеными, часть, чуждая другим проявлениям духовной жизни человечества (масса ее научных фактов и правильно логически из них построенных научных эмпирических обобщений), является беспорной и логически

¹ Это неизбежно должно привести к новым формам государственной жизни, так как сейчас создались государственные препятствия свободной научной мысли при одновременном чрезвычайном росте значения науки в государстве.

безусловно обязательной и непрекаемой. Наука в целом такой обязательности не имеет.

34. Наука, таким образом, отнюдь не является логическим построением, ищущим истину аппаратом. Познать научную истину нельзя логикой, можно лишь жизнью. *Действие* — характерная черта научной мысли. Научная мысль — научное творчество — научное знание идут в гуще жизни, с которой они неразрывно связаны, и самим существованием своим они возбуждают в среде жизни активные проявления, которые сами по себе являются не только распространителями научного знания, но и создают его бесчисленные формы выявления, вызывают бесчисленный крупный и мелкий источник роста научного знания.

Далеко не всегда, таким образом, человеческая личность даже в наше время организованности науки, выступает как творец научной идеи и научного познания; ученый—исследователь, живущий чисто научной работой, крупный и мелкий, — лишь один из создателей научного знания. Наряду с ним из гущи жизни выдвигаются отдельные люди, случайно, т.е. жизненно-бытовым образом, связывающиеся с научно важным и из соображений, часто науке чуждых, вскрывающие научные факты и научные обобщения, иногда основные и решающие, гипотезы и теории, наукой широко используемые.

Такое научное творчество и научное искание, исходящее из действий, лежащих вне научной, сознательно организованной работы человечества, являются активно-научным проявлением жизни мыслящей человеческой среды данного времени, проявлением ее *научной среды*. В этой форме научной мысли по массе живого, вносимого в науку, и по его важности в историческом итоге эта часть строяемого сравнима, мне кажется, с тем, что выносится в науку сознательно в ней работающими учеными, что вскрывается сознательной организованностью научной работы. Без одновременно существующих научной организации и научной среды эта всегда существующая форма научной работы человечества, стихийно бессознательная, исчезает и забывается в значительной степени, как это бывало в области Средиземноморской цивилизации в течение долгих столетий в христианизированной Римской империи, в персидских, арабских, берберских, германских, славянских, кельтских сообществах Западной Европы в связи с государственным распадом в них создавшихся государственных образований в IV—XII вв., частью позже. Наука в ходе времени теряет свои достижения и вновь стихийно к ним приходит.

История науки и история человечества вскрывают на каждом шагу такие события. Расцвет эллинской науки оставил в стороне и не использовал или использовал поздно (через тысячелетия) такие достижения бытовой халдейской науки, как, например, алгебру Вавилона.

35. Но среда жизни влияет на научную мысль не только этим путем — привнесением всюду вызываемых жизнью научных открытий, сторонних *научному исканию отдельных личностей*, и их

охватом организованным проявлением научной работы учеными, научным аппаратом данного времени.

Она сама по себе коллективной, с научной точки зрения, бессознательной работой¹, *ходом исторического времени* и происходящим этим путем изменением создает новое и важное, которое может быть зафиксировано и может быть результатом научных достижений первостепенной важности. Такими, например, явились кругосветные путешествия, открытие Америки, падение Персидского царства (разрушенного Александром Македонским) или китайских государств и среднеазиатских культурных центров, сокрушенных Чингисханом, победа христианских церквей и религий, создание магометанства и его религиозно-политических выявлений, и другие крупные и мелкие события политической жизни.

Не менее часто еще более могущественными были те изменения, которые происходили в экономической жизни, в земледельческой культуре или в отдельных проявлениях успехов быта, как, например, введение верблюда (дромадера) в пустынные и полупустынные области Северной Африки, или открытие книгопечатания в Прирейнских странах в Европе².

Наравне с этими стихийными явлениями, последствия которых для научной мысли не принимались человечеством во внимание, при их создании в равной, а иногда, может быть, в большей степени, действует в биосфере сама научная мысль — научные открытия отдельных мыслителей и ученых, таких, как Коперник, Ньютон, Линней, Дарвин, Пастер, П. Кюри, меняющих миропредставление человечества. В данных случаях это делалось сознательно, в других — неожиданно для самого ученого, как это на наших глазах произошло с А. Беккерелем (1852—1908), открывшим в 1896 г. радиоактивность³, или с Г. Эрстедом (1777—1851), выявившим электромагнетизм, или с Л. Гальвани (1737—1798), открывшим гальванический ток.

Максвелл, Лавуазье, Ампер, Фарадей, Дарвин, Докучаев, Менделеев и многие другие охватывали огромные научные выявления, творчески создаваемые в полном сознании их основного значения для жизни, но неожиданные для их современников.

Их мысль — для них сознательно — влияла на гущу жизни; вызванные этим путем прикладные знания в новой форме неожиданно и негаданно для их современников, часто после смерти их творцов, по-новому отразились в научном творчестве, создали в

¹ Бессознательной в том смысле, что научный результат или явление жизни, которое создаст научно важный или нужный факт (или обобщение), этой цели при своем создании или проявлении не имело.

² Нельзя забывать, что книгопечатание было открыто в Корее за несколько столетий до Костера и Гутенберга и широко использовалось в китайском государстве. Там не было, однако, того фактора, который придал ему жизненную силу: в Корее и Китае в ту пору отсутствовала живая научная работа.

³ Сам Анри Беккерель считал, что он взял для изучения уран только потому, что этот элемент изучался его дедом и отцом.

жизни человечества переворот его быта, новые неожиданные источники научного знания.

Наряду с ними тем же путем, через гущу жизни, через среду, создают новый, аналогичный цикл научных проблем изобретатели, среди них часто люди научно малограмотные, из всех специальных классов и кругов, люди, часто не имевшие никакого отношения и интереса к исканию научной истины.

36. Из всего сказанного *можно сделать* выводы большого научного значения, а именно:

1) Ход научного творчества является той силой, которой человек меняет биосферу, в которой он живет.

2) Это проявление изменения биосферы есть неизбежное явление, сопутствующее росту научной мысли.

3) Это изменение биосферы происходит независимо от человеческой воли, стихийно, как природный естественный процесс.

4) А так как среда жизни есть организованная оболочка планеты — биосфера, то вхождение в нее, в ходе ее геологически длительного существования, нового фактора ее изменения — научной работы человечества — есть природный процесс перехода биосферы в новую фазу, в новое состояние — в ноосферу.

5) В переживаемый нами исторический момент мы видим это более ясно, чем могли видеть раньше. Здесь вскрывается перед нами "закон природы". Новые науки — геохимия и биогеохимия — дают возможность впервые выразить некоторые важные черты процесса математически.

37. В этом аспекте получают свое оправдание признание геологами появления рода *Номо*, человека, за показатель *новой эры в истории планеты*. До сих пор за основы разделения на геологические системы и геологические эры принимались геологические процессы, распространявшиеся на всю земную кору, а не только на ее биосферу. Однако и при этом резкое изменение форм живого населения планеты являлось всегда основным признаком геологических систем и эр. Как мы знаем теперь, оно тесно связано с большими периодами орогенетических — тектонических, вулканических, можно сказать, кригических — периодов истории земной коры.

В эру человека, или психозойскую, мы в действительности имеем картину более резкую, чем те, которые связаны с критическими периодами земной коры. Мы видим сейчас резкое изменение всей фауны и всей флоры, уничтожение огромного числа видов и создание новых культурных рас. Наряду с этим, связанным с земледелием, созданием нового облика планеты, несомненно вне воли и понимания человека, совершается изменение диких видов организмов, приспособляющихся к новым условиям жизни в измененной культуре биосфере. Но, сверх того, один вид организмов — *Номо сарьенс фабер* — охватил всю планету и занял в ней господствующее среди живого положение. Этого никогда не бывало.

Мы находимся только при начале процесса и еще не можем охватить мыслью неизбежного будущего, но уже ясно, что *не один человек от этого выигрывает*. А. Кларк на ряде фактов показал

использование всех благ цивилизации насекомыми и смог обратить внимание на возможность того результата, что насекомые больше человека выигрывают от переработки им биосферы. С другой стороны, мы видим то же явление в области заболевания культурных растений, животных и человека в мире протистов, грибов и микробов.

38. Хотя человек, *Homo sapiens*, есть (геологически) поверхностное явление в одной из оболочек земной коры — в биосфере, но новый геологический фактор, вносимый его появлением в историю планеты, — разум так велик по своим последствиям и их возможностям, что, мне кажется, можно не возражать против внесения этого фактора для геологических подразделений наряду со стратиграфическими и тектоническими. Масштаб изменений сравним.

Больше того, возможно, этим путем мы можем понять научно с большей глубиной, что представляет собой длительность геологического критического периода нашей планеты. В создании ноосферы мы его переживаем; очевидно, он представляется нам в совершенно другом освещении, и мы находимся по отношению к нему в совершенно другом положении, чем когда судим о геологическом прошлом, когда нас не было на планете. Впервые геологические эффекты жизни становятся ясными в исторической их длительности, проявляются в краткие сроки исторического времени <...>

Биогенный эффект работы научной мысли реально смогут увидеть только наши отдаленные потомки: он проявится ярко и ясно только через сотни, едва ли десятки декамириад, как проявляется длительность тех смещений, которые выражаются в стратиграфических перерывах и которые мы кладем в основу наших геологических эр и систем. Это не мгновенные революции: длительность их интенсивного проявления, выражающаяся в несогласных напластованиях, например, рассматриваемая в масштабе исторического времени, охватывает огромное время — сотни или тысячи тысяч лет, едва ли меньше.

Мы работаем сейчас в науке с такой точностью, что можем предвидеть и численно прикинуть мощность последствий геологических проявлений (т.е. отражения в геологическом времени) переработанной научной мыслью биосферы. Сейчас мы наблюдаем лишь проявления в историческом времени геологической ее работы. Но и здесь уже мы ясно видим, что биосфера коренным образом *изменилась*.

Появление разума и наиболее точного его выявления — организации науки — есть первостепенный факт в истории планеты, может быть, по глубине изменений превышающий все нам известное, раньше выявлявшееся в биосфере. Он подготовлен миллиардом лет эволюционного процесса, и мы видим сейчас его действие, самое большое только в геологических минутах.

39. Чрезвычайно важным для понимания планетного значения жизни благодаря появлению в ходе геологического времени разумно мыслящего и научно работающего существа является то,

что это появление связано с процессом эволюции жизни, геологически всегда шедшим без отходов назад, но с остановками, в одну и ту же сторону — в сторону уточнения и усовершенствования нервной ткани, в частности *мозга*. Это бросается в глаза, если сопоставить последовательность геологических наслоений с археологией и морфологических структур, отвечающих им форм жизни.

Длившийся более двух миллиардов лет этот выражаемый полярным вектором, т.е. проявляющий направленность, эволюционный процесс неизбежно привел к созданию мозга человека рода *Homo*, примерно больше полмиллиона лет назад.

Без образования мозга человека не было бы его научной мысли в биосфере, а без научной мысли не было бы геологического эффекта — *перестройки* биосферы человечеством.

Наиболее характерной чертой этого процесса является *направленность* эволюционного процесса жизни в биосфере. Эта направленность, как мы увидим, теснейшим образом связана с основным отличием, отделяющим живое вещество от косной материи, и отвечает совершенно особым выявлением в биосфере энергетического эффекта хода жизни во времени и совершенно особой геометрии занятого живыми организмами пространства <...>.

40. Чрезвычайно характерно, что геологическое действие человечества в перестройке биосферы сказалось только много времени спустя после его появления в биосфере. "*Homo*" — род "человек" появился много декамириад назад (около миллиона лет); *Homo sapiens* — вероятно, около полмиллиона лет назад.

Но еще до выявления рода *Homo* мозг его предков или близких к нему организмов достиг уровня, отличавшего его умственную деятельность от других млекопитающих. *Sinanthropus pekinensis*, которого можно считать предком рода *Homo*, обладал уже культурой, владел огнем и, по-видимому, речью. Корни геологической силы разума могут быть, очевидно, прослежены глубже эры *Homo*, далеко в глубь веков, за декамириады до выявления рода *Homo*.

Влияние самого *Homo sapiens* на земную поверхность стало сказываться через многие тысячи поколений после его на ней появления.

Возможно, что мы имеем здесь явления, не сказывающиеся в *анатомической структуре* аппарата мысли — мозга — и являющиеся следствием длительного влияния *социальной среды* <...>.

По-видимому, в развитии ума человека мы видим проявление не грубо анатомического, выявляющегося в геологической длительности изменения черепа, а более тонкого изменения мозга, связанного с *социальной жизнью* в исторической ее длительности.

Тогда понятна необходимость долгих смен поколений для того, чтобы научное знание, характерное для *Homo sapiens*, оказало влияние на работу человека, меняющего поверхность планеты. Прошли десятки тысяч поколений после появления человека в биосфере, прежде чем это его проявление стало заметным.

Такое более заметное влияние человека на изменение поверхности планеты может считаться со времени открытия им огня и зем-

леделия — едва ли менее 80—100 тыс. лет назад.¹ От этого времени, когда влияние человека на окружающую его природу уже неизбежно проявлялось, но наука и организованные научные исследования были еще далеки, прошли многие новые десятилетия, прежде чем создалась научная мысль и неизбежно связанная с ней известная организованность, так как научная мысль есть социальное явление, а не только создание отдельных выдающихся умов. Им должны предшествовать условия социальной жизни, в которых отдельная личность получила бы возможность приводить свою мысль в действие в социальной среде. Вероятнее всего, эти первые формы организованности науки были долго эфемерны, и прошли многие века, вернее тысячелетия, пока они установились.

К сожалению, несмотря на значительные успехи антропологии, истории и археологии, наши знания в этой области еще очень ненадежны.

Я смотрю на следующее ниже изложение как на преходящее первое приближение, подлежащее в дальнейшем большему изменению и уточнению. Основной вывод, однако, вывод о том, что научное движение XX в. есть одно из самых больших явлений во всей истории научного мышления, остается при этом незатронутым.

По-видимому, 5—6 тыс. лет назад были сделаны первые точные записи научных фактов в связи с астрономическими наблюдениями за небесными светилами. Были созданы их центры в области Месопотамии, в районе одной из древнейших культур.

Может быть, еще раньше выявилась математика — как арифметика, алгебра, так и геометрия.

Из потребности земледелия и связанной с ним ирригации при создании культурных обществ были тогда же выработаны начала геометрии, а из потребностей сложного быта больших государств — торговли, военных и фискальных нужд — развились основы арифметики.

В это время уже ясно были созданы представления о порядке исчисления, о значении места в обозначении цифр. Скрытым образом понятие нуля было уже здесь заложено, хотя оно появилось только при полном расцвете научного знания, его не было в эллинской науке. В Западной Европе оно стало известным в Средние века, в XI—XII столетии. За несколько столетий перед тем ноль был известен в Индии и в Индокитае, а в царстве инков — по крайней мере в 609 г. до н.э., почти за 2 тыс. лет до выявления его в Западной Европе.

Сейчас начинает выясняться картина более точно <...>.

Вместе с тем все указывает, что 6000—7000 лет назад миграция — передвижения людей тогдашних социальных образований (и связанное с этим знание — мореходство), их подвижность были большими, чем это наблюдалось в последующее историческое время. В это

¹ Доклады Н.И. Вавилова заставляют очень углублять время создания земледелия. (См.: *Н.И. Вавилов. Центры происхождения культурных растений. Л., 1926. — Ред.*)

время количество населения не могло быть велико. Небольшие группы людей или семьи могли быстро перемещаться.

Приручение стадных животных и открытие способов передвижения по воде, может быть, помогут понять такие черты этого далекого прошлого, как захват всех континентов и пересечение Тихого и Атлантического океанов, совершенные одним и тем же видом *Homo sapiens*. Возможно и другое объяснение, менее вероятное, что существовали независимые центры проявления видов одного и того же рода *Homo*, для *Homo neandertalensis*, *Homo sapiens* и других, смешавшихся в дальнейшем ходе истории.

41. В это время окружающая человека биосфера имела совсем другой, чуждый нашему о ней представлению, облик. Большие геологические изменения пережил человек в этот геологический период создания *ноосферы*. Только что начиналось — или было уделом немногих поколений — создание культурной природы, домашних растений и животных. Человек пережил ледниковые периоды — зарождение, наступление и отступление льдов, покрывавших огромные площади Евразии, особенно западной ее части, арктических и антарктических стран и Северной Америки. Климат в этот промежуток времени и вся окружающая природа на протяжении по крайней мере миллиона лет более резко менялись под влиянием этих процессов, чем в наше время. Уровень Всемирного Океана — гидросфера — претерпевал значительные колебания, порядка сейчас отсутствующего. Области подтропических и тропических стран наших южных широт и северных широт Южного полушария переживали *плювиальные периоды* (в том числе, например, и Сахара).

Их переживал человек так же, как переживал он ледниковый период. Плювиальные периоды, синхронные с ледниковыми, как проявления одного и того же явления, чужды нашим представлениям, и людская память давно о них забыла <...>.

Человек пережил первое наступление ледников, начало ледникового периода (в плейстоцене). Может быть, это был социально живший другой его род, а не род *Homo*. Он пережил и то наступление влажных лесов и болотистых пространств, которое сменило леса и степи, предшествовавшего ему состоянию биосферы — "царства млекопитающих", длившегося десятки миллионов лет, в обстановке которого, в самом его конце, он выявился.

Ему в этот критический период биосферы — ускоренного темпа изменения ее облика и перехода в ноосферу — пришлось вести жестокую борьбу за существование. Биосфера была занята сплошь млекопитающими, охватившими все ее части, благоприятные для заселения их человеком и открывшие ему возможность размножения.

Человек застал огромное количество видов, в большинстве теперь исчезнувших, крупных и мелких млекопитающих. В их быстром уничтожении, благодаря открытию им огня и улучшению социальной структуры, он, по-видимому, играл крупную роль. Млекопитающие дали ему основную пищу, благодаря которой он мог быстро размножаться и захватить большие пространства. Начало ноосферы связано с этой борьбой человека с млекопитающими за территорию.

42. Наши знания сейчас в этой области быстро изменяются, так как перед нами только вскрываются в их материальных памятниках древние культуры, неуклонно, без перерывов существовавшие не только в Европе, но и в индийском и китайском конгломератах человечества, на Американском и Африканском континентах <...>.

Через несколько лет наши представления коренным образом изменятся, так как ясно, что открывающиеся древние цивилизации Китая и Индии имели существование в течение тысяч лет, пока они достигли уровня культуры, открытого находками. Эти культуры явно не являются самыми древними.

На фоне этих древних культур, в отдаленных друг от друга центрах — в Средиземноморье, в Месопотамии, в Северной Индии, в Южном и Среднем Китае, в Южной и Центральной Америке, вероятно и в других местах, — шло стихийно, т.е. с силой и характером естественного процесса биосферы, зарождение геологической работы научной мысли.

Она выявилась в создании основных положений — обобщений науки, *теоретической научной мысли* — в работе над выяснением теоретических отвлеченных положений научного знания как цели работы человечества — искания научной истины ради нее самой, наряду с философским и религиозным пониманием окружающего человека мира, на тысячелетия более ранним.

С некоторой погрешностью, едва ли очень большой, можно сейчас выявить время, когда это совершилось в разных местах, по-видимому, независимо в разное время. Это время зарождения греческой науки и философии VII—VI столетий до н.э., религиозно-философских и научных интерпретаций в Индии и в Китае в VIII—VII столетиях. Возможно, что дальнейшие открытия изменят наши представления о доэллинской науке, и баланс известного до нее будет значительно большим, чем мы себе сейчас представляем. Новые работы все увеличивают запас научных знаний, известных человечеству до наступления эллинской науки, подтверждают достоверность традиции эллинской науки и значение для них древнеегипетской и древнехалдейской наук. Египетскую науку греки застали в период застоя, халдейскую — в живом творчестве. Совместная работа эллино-халдейских ученых более 2200 лет назад до сих пор не учтена в истории науки. Это было побочное следствие насильственного разрушения Персидской монархии македонскими царями, главным образом Александром, принявшими эллинскую культуру.

Доля халдейской науки окажется в науке эллинской, вероятно, гораздо большей, чем мы думаем.

Сейчас перед нами вскрылась совершенно неожиданно глубина достижений алгебры халдейской науки. Эти работы, может быть, через Гиппарха и Диофанта влились в наш научный, эллинский аппарат только через несколько столетий после того, как самостоятельная работа халдейских ученых прекратилась или вошла в русло эллинской научной мысли <...>.

Возможно, что сознание необходимости искания научного пони-

мания окружающего, как особого *дела жизни мыслящей личности*, независимо возникло в Средиземноморье, Индии и Китае. Судьба этих зарождений была разная.

Из эллинской науки развилась единая современная научная мысль человечества. Она прошла периоды застоя, но в конце концов развилась до мировой науки XX столетия — до вселенскости науки. Периоды застоя достигали длительности многих поколений — больших потерь ранее узнанного. Максимальные перерывы достигали 500—1000 лет, но все же традиция целиком не прерывалась.

43. Для области китайских культур мы пока не можем утверждать с достоверностью достижения стадии научных знаний, которые позволили бы нам говорить о появлении в области Восточной Азии научной мысли, отличной от философской и религиозной и независимой от эллинского центра научного знания. Но история китайских культурных проявлений и ее хронология до сих пор так мало выяснены, что отрицать этого мы сейчас не можем. Мы должны ждать дальнейшего выяснения результатов исторической работы, сейчас в этой области происходящей <...>.

44. Элементы для организованной научной мысли и ряд знаний, которые позволили бы ее построить, давно уже существовали бессознательно, не с целью познания окружающего, и были созданы тысячелетия тому назад, с появлением больших человеческих государств и обществ. Но долго в них не было дерзкой и смелой мысли — революционного дерзания личности — она не оставляла прочного следа, не сложилось убеждения о точности научно установленного факта, и на этой основе дерзкого критического отношения к господствующим религиозно-философским или бытовым утверждениям. Не вошло в быт, в мотив поведения личности, научное объяснение природы. Не было удавшихся попыток выйти из влияния религиозных представлений, искать критерия для познания правильности религиозных и бытовых убеждений.

Критерий — организованная научная мысль — созданся отвлеченной работой отдельных личностей — в анализе, в размышлении над правильностью логических утверждений — (в создании логики) — в искании основных обобщающих идей, в научно наблюдаемых фактах, в создании математики, эмпирического обобщения фактов.

Это могло иметь место только тогда, когда личность смогла проявить свою волю в обществе, сохранить ее свободной в среде, проникнутой неизбежной рутинной тысяч поколений. Наука и научные организации создались, когда *личность* стала критически вдумываться в основу окружающих знаний и искать свой критерий истины.

Мы можем говорить о науке, научной мысли, их появлении в человечестве — только с того времени, когда отдельный человек сам стал раздумывать над *точностью* знания и стал искать научную истину для истины, как дело своей жизни, когда научное искание явилось самоцелью.

Основным стало точное установление *факта* и его проверка, выросшие, вероятно, из технической работы, вызванной потребностями быта.

Установление точных наблюдений, необходимых в быту, астрономическая их проверка поколениями, и связанных с отпавшими в конце концов иллюзорными религиозными представлениями, являются одной из древнейших форм научной работы. Она научна по своей сути, но чужда науке по своим мотивам.

Наряду с этим уточнением установки фактов шло и размышление и обобщение, приведшие к *логике и математике*, и здесь социальные потребности прежде всего стояли на первом месте.

Однако, как уже указано (§ 40) в *математике* они привели к созданию числа из десятичной системы, первых основных теорем геометрии, первых "символов" (алгебраических), за 4000—2000 лет назад. С XVI—XVII вв. новая математика — в символе и в анализе, в геометрии — схватила человеческую мысль и работу и придала ей решающую роль в охвате природы.

Еще глубже шла работа *логической мысли*. Хронология ее — главным образом, в области индийских культур — еще не установлена. Благодаря непрерывной работе многих поколений мыслителей, вызвавших могучее течение "учеников" — многих тысяч людей в течение многих смен поколений, началось не меньше чем за 3000 лет до нашей эры в разных частях государственных образований арийского населения Индии — пришельцев в область древних доарийских культур "дравидских" культурных образований, могучее философское религиозное течение, создавшее основы великих логических построений, живых до наших дней. С длительными периодами остановок творческой мысли — в связи с трагедиями истории — индийская логическая мысль самостоятельно создала стройную систему за столетия до ее выявления в среде эллинской цивилизации. Допустимо ее влияние на логику Аристотеля, до XVIII—XIX вв. единственную, господствовавшую в нашей науке.

Индийская логическая философская мысль оказала огромное влияние на цивилизацию Азиатского континента, в странах которого временами, в течение нескольких поколений, шла самостоятельная научная работа создания новых научных фактов и эмпирических обобщений. Это влияние распространялось на Японию, Корею, Тибетские, Китайские государства и Индокитайские, на западе сталкивалось с областью эллинистических и мусульманских культурных центров, на юге и на юго-востоке — переходило в дравидский Цейлон и в Малайские государственные образования. В Индии собственно традиция *логической мысли* не прерывалась, а в XIX в., под влиянием западноевропейской, единой, современной научной культуры, возобновилась мощно и глубоко. И научная и философская все растущая творческая работа нашла чрезвычайно благоприятную среду непрерывных поколений, привыкших к умственной работе.

45. В Средиземноморье, из этих веками нараставших исканий поколений свободно мыслящих личностей, выросла эллинокая научная мысль, которая использовав научный опыт многотысячелетней истории Крита, Халдеи, Египта, Малоазиатских государственных образований и, возможно, Индийского центра культуры, выдвинула в течение одного—двух поколений в VII—VI вв. до н.э. людей, по-

ложивших начало эллинской науке. Мы с этим началом непрерывно генетически связаны в конструкции науки <...>.

Эллинская наука сохраняла свое положение почти тысячелетие, примерно до III—IV вв. нашей эры. Остановка и ослабление, в конце концов упадок научной работы, в эти века происшедшие, только отчасти связаны с государственным развалом и политическим ослаблением Римской империи — они связаны с глубоким изменением духовного настроения человечества, отхода его от науки, уменьшения творческой научной работы и обращения творческой мысли в область философии и религии, в художественные образы и формы.

46. Однако в это время во внехристианских государственных образованиях — персидских, арабских, индийских, китайских — шла самостоятельная научная работа, которая не давала спадать научному уровню, и в конце концов в странах западной Римской империи, в области международного латинского языка и культуры, под ее влиянием возродилась научная мысль и почти через тысячелетие — в XIII столетии — заметен ясный перелом, который привел в XVI—XVII вв. к созданию в Западной Европе, вне рамок государственных и религиозных отграничений новой философии и новой науки <...>.

В XX в. мы видим новый резкий перелом в научном сознании человечества, я думаю, самый большой, который когда бы то ни было переживался человечеством на его памяти, несколько аналогичный эпохе создания эллинской науки, но более мощный и широкий по своему проявлению, более вселенский. Вместо рассеянных по побережьям Черного и Средиземного морей и меньше с ним связанных, главным образом эллинских, городских культурных центров, вместо десятков и сотен тысяч людей — научным пониманием, а следовательно, и научным исканием захвачены сейчас десятки, сотни миллионов людей по всей планете, можно сказать, все людское ее население.

Мы живем во всяком случае в эпоху крупнейшего перелома. Философская мысль оказалась бессильной возместить связующее человечество *духовное единство*. Духовное единство религии оказалось утопией. Религиозная вера хотела создать его физическим насилием — не отступая от убийств, организованных в форме кровопролитных войн и массовых казней. Религиозная мысль распалась на множество течений. Бессильной оказалась и государственная мысль создать это жизненно необходимое единство человечества в форме единой государственной организации. Мы стоим сейчас перед готовыми ко взаимному истреблению многочисленными государственными организациями — накануне новой резни.

И как раз в это время, к началу XX в., появилась в ясной реальной форме возможная для создания единства человечества сила — *научная мысль*, переживающая небывалый взрыв творчества. Это — сила геологического характера, подготовленная миллиардами лет истории жизни в биосфере.

Она выявилась впервые в истории человечества в новой форме, с одной стороны, в форме *логической обязательности и логической непрекаемости* ее основных достижений и, во-вторых, в форме

вселенности, — в охвате ею всей биосферы, всего человечества, — в создании новой стадии ее организованности — ноосферы. Научная мысль впервые выявляется как сила, создающая ноосферу, с характером стихийного процесса <...>

47. То, что происходит в научном движении теперь, может быть сравнено из прошлого науки только с тем научным движением, которое связано с зарождением греческой философии и науки в VI—V вв. до н.э. <...>

К несчастью, до нас дошла только *ничтожная часть эллинской научной литературы*. Крупнейшие исследователи не оставили никаких следов в нам доступной литературе или дошли до нас лишь отрывочные данные об их научной работе.

Правда, до нас дошла целиком большая часть произведений Платона и значительная часть научных работ Аристотеля, но для последнего утеряны многие, основные с точки зрения научного искания сочинения. Особенно печальна с этой точки зрения потеря произведений крупнейших ученых, в работах которых выступала научная мысль и научная методика в эпоху расцвета и синтеза эллинской науки... <...>

В сущности, основной фонд эллинской науки — то, что я называю *научным аппаратом*, — дошел до нас в ничтожных обрывках, и к тому же через многие столетия в остатках естественноисторических работ Аристотеля и Феофраста, а также в сочинениях греческих математиков. И все же, он оказал огромное влияние на Возрождение и создание западноевропейской науки в XV—XVII столетиях. Новая наука наша создалась, в значительной части опираясь и исходя из их достижений, развивая изложенные в них идеи и знания. Прерванные столетиями, еще в Римской империи, нити восстановились в XVII столетии.

48. В последнее время ход истории науки заставляет нас менять представления о том доэллинском наследстве, на котором выросла эллинская наука <...>.

Эллины всюду указывали на огромные знания, которые были получены ими от Египта, Халдеи, Востока. Мы должны теперь признать это правильным. До них наука уже существовала — наука "халдеев", уходящая за тысячелетия до н.э., только теперь перед нами вскрывается — в обрывках, доказывающих с бесспорной достоверностью ее долго не подозревавшуюся до нашего времени силу.

Теперь становится ясным, что мы должны придавать гораздо более реальное значение, чем это недавно делали, многочисленным указаниям древних ученых и писателей на то, что творцы эллинской науки и философии приняли во внимание, исходили в своей творческой работе из достижений ученых и мыслителей Египта, Халдеи, арийских и неарийских цивилизаций Востока.

В течение нескольких столетий вавилонские ученые работали совместно с эллинскими. В это время в ближайшие столетия к нашей эре был новый расцвет вавилонской астрономии. Постепенно, в течение нескольких поколений, они слились с эллинской средой и одинаково пострадали от неблагоприятной для науки обстановки того

времени. Несомненно, полученные от ученых того времени знания были использованы эллинами при этом общении.

Несомненно, ими заложено и использованное было к этому времени очень велико — особенно если мы примем во внимание многотысячелетний опыт и многотысячелетнюю традицию мореплавания, техники, земледелия, ирригационных работ, военного дела, государственного строя и быта <...>

Эллинская наука в эпоху своего зарождения — непосредственно явилась продолжением усиленной творческой мысли доэллинской науки. Факт констатируется, но еще историей науки не освоен.

“Чудо” эллинской цивилизации — исторический процесс, результаты которого ясны, но ход которого не может быть точно прослежен, был таким же историческим процессом, как и другие. Он имел прочную основу в прошлом. Лишь результат его по своим следствиям — темп его достижения — оказался единичным во времени и исключительным по последствиям в ноосфере.

49. Ход научной мысли нашего времени, XX столетия, — по вероятному результату — может привести к еще более грандиозным следствиям, но по своему течению он явно и резко отличается от того, что происходило в маленькой области Средиземноморья — на побережье Малой Азии, островах и полуостровах Греции, Сицилии, Южной Италии и в отдельных городах Средиземного, Эгейского, Черного, Азовского морей, куда проникла эллинская культура, причем в это время научная творческая мысль сосредоточивалась главным образом в Малой Азии, Месопотамии и в Южной Италии, тогда греческой по культуре и языку.

Резкое отличие научного движения XX в. от движения, создавшего эллинскую науку, ее научную организацию, заключается, во-первых, в его *темпе*, во-вторых, в *площади*, им захваченной, — оно охватило всю планету, — в *глубине* затронутых им изменений, в *представлениях* о научно доступной реальности, наконец, в *мощности* изменения науки планеты и открывшихся при этом проспектах будущего.

Эти отличия так велики, что позволяют предвидеть научное движение, размаха которого в биосфере еще не было <...>

50. Мы можем — редкий случай в истории знания — отметить начало современного научного движения так точно и резко, как это не было возможным восстановить нам в прошлом.

По-видимому, это могли в свое время делать сами древние эллины, когда в VI—V столетиях до н.э. писались не дошедшие до нас в подлинниках, в общем потерянные истории знания, находившиеся частично в руках исследователей еще в первые века нашей эры.

Мы не можем поэтому точно сравнивать с этой критической эпохой истории научной мысли нашу эпоху, для которой у нас имеются все документы. Начало нашей эпохи мы можем приурочить к самому концу XIX столетия, к 1895—1897 годам, когда были открыты явления, связанные с атомом, с его брэнностью.

Она появляется колоссальным накоплением новых научных фактов, которые можно приравнять к взрыву по его темпу. Создаются

так же быстро новые области научного знания, многочисленные новые науки, растет научный эмпирический материал, систематизируется и учитывается в научном аппарате все растущее количество фактов, исчисляемых миллионами, если не миллиардами. Улучшается их систематизация, в которой человек просто разбирается, это и есть так называемая систематизация науки — *необычайное упрощение* в возможности разбираться в миллиардах фактов научного аппарата. Я называю научным аппаратом комплекс количественно или качественно точно выраженных естественных тел или природных явлений. Он создан в XVIII, а главным образом в XIX и XX столетиях и является основой всего нашего научного знания. Он систематизировался по определенно поставленной, вековой, все научно углубляющейся работе — пересматривается критически и уточняется в каждом поколении. Научный аппарат из миллиарда миллиардов все растущих фактов, постепенно и непрерывно охватываемых эмпирическими обобщениями, научными теориями и гипотезами, есть основа и главная сила, главное орудие роста современной научной мысли. Это есть небывалое создание новой науки.

У нас очень часто относятся к специализации отрицательно, но в действительности специализация, взятая по отношению к отдельной личности, чрезвычайно усиливает ее знания, расширяет научную область, ей доступную.

Дело в том, что рост научного знания XX в. быстро стирает грани между отдельными науками. Мы все больше специализируемся не по наукам, а по *проблемам*. Это позволяет, с одной стороны, чрезвычайно углубляться в изучаемое явление, а с другой — расширять охват его со всех точек зрения.

51. Но еще более резкое изменение происходит сейчас в основной методике науки. Здесь следствия вновь открытых областей научных фактов вызвали одновременное изменение самых основ нашего научного понимания окружающего, частью оставшихся нетронутыми целые тысячелетия, а частью даже совсем впервые выявившихся, совершенно неожиданно, только в наше время.

Такими совершенно неожиданными и новыми основными следствиями новых областей научных фактов являются вскрывшиеся перед нами неоднородность космоса, всей реальности и ей отвечающая неоднородность нашего ее познания. Неоднородности реальности отвечает неоднородность научной методики, единиц, эталонов, с которыми наука имеет дело.

Мы должны сейчас различать три реальности: 1) реальность в области *жизни человека*, природные явления ноосферы и нашей планеты, взятой как целое; 2) микроскопическая реальность *атомных явлений*, которая захватывает и микроскопическую жизнь, и жизнь организмов, даже посредством приборов не видную вооруженному глазу человека, и 3) реальность *космических просторов*, в которых Солнечная система и даже галактика теряются, неощутимые в области ноосферического разреза мира. Это та область, которая отчасти охвачена теорией относительности, выявилась для нас как следствие ее создания. Научное значение теории относительности основывается

для нас не на ней самой, но в том новом опытном и наблюдательном материале, который связан с новыми открытиями звездной астрономии.

Теория относительности проникнута экстраполяциями и упрощениями реальности, допущениями, проверка которых научным опытом и научным наблюдением, исходя из ноосферы, является сейчас по крайней мере, недоступной. Благодаря этому в текущей научной работе она занимает ничтожное место, гораздо более интересует философа и физика, чем натуралиста, который учитывает ее только в тех случаях, когда он подходит к космической реальности. В биосфере с ней он может не считаться, ее проявления научно не наблюдает. Становится сейчас ясным, что здесь, как и в области атомных наук, вскрываются перед нами научные явления, которые впервые охватываются мыслью человека и принадлежат по существу к другим областям реальности, чем та, в которой идет человеческая жизнь и создается научный аппарат.

Ибо область человеческой культуры и проявление человеческой мысли — вся ноосфера — лежит вне космических просторов, где она теряется как бесконечно малое, и вне области, где царят силы атомов и атомных ядер с миром их составляющих частиц, где она отсутствует как бесконечно большое.

Обе эти новые области знания — пространство—время предельно малое и пространство—время неограниченно большое — есть то новое и по существу то основное, что внесла научная мысль XX в. в историю и в мысль человечества.

К ранее известной области человеческой жизни (ноосферы), в которой до сих пор шло развитие науки, прибавились две новые, резко от нее отличные — мир просторов Космоса и мир атомов и их ядер, по отношению к которым приходится, по-видимому, коренным образом менять основные параметры научного мышления — константы физической реальности, с которыми мы количественно сравниваем все содержание науки.

Мы не можем еще предвидеть всех выводов в методике работы, которые отсюда вытекут. В общем эта сложность установлена только научно эмпирически. Она не была предвидена ни наукой, ни философской, ни религиозной мыслью. Только в некоторой ее части (не в основной) мы видим нити ее зарождения, ведущие в далекое прошлое, которые стали ясными в XVII столетии, когда Левенгук вскрыл невидимый мир организмов, и в конце XVIII столетия, когда В. Гершель своими открытиями вскрыл мир, лежащий за пределами нашей Солнечной системы. Но только сейчас становится ясным, когда научная теория охватила научно установленные факты, что дело здесь шло не о простом отличии величин, а о совершенно отличном подходе нашего мыслительного аппарата к реальности в ее атомном и космическом аспектах.

52. Ближайшее будущее, вероятно, многое нам уяснит, но уже сейчас можно утверждать, что основное представление, на котором построена всякая философия, абсолютная непреложность разума и реальная его неизменность не отвечают действительности. Мы столкнулись реально в научной работе с несовершенностью и

сложностью научного аппарата Homo sapiens. Мы могли бы это предвидеть из эмпирического обобщения, из эволюционного процесса. Homo sapiens не есть завершение создания, он не является обладателем совершенного мыслительного аппарата. Он служит промежуточным звеном в длинной цепи существ, которые имеют прошлое и, несомненно, будут иметь будущее. И если его предки имели менее совершенный мыслительный аппарат, то его потомки будут иметь более совершенный, чем он имеет. В тех затруднениях понимания реальности, которые мы переживаем, мы имеем дело не с кризисом науки, как думают некоторые, а с медленно и с затруднениями идущим улучшением нашей научной основной методикой. Идет огромная в этом направлении работа, раньше небывалая.

Ярким выражением ее является резкое и быстрое изменение нашего представления о *времени*. Время является для нас не только неотделимым от пространства, а как бы другим его выражением. Время заполнено событиями столь же реально, как пространство заполнено материей и энергией. Это две стороны одного явления. Мы изучаем не пространство и время, а пространство—время. Впервые делаем это в науке сознательно.

Наука также по-новому и глубоко подходит к научному исследованию пространства.

Впервые в начале XIX в. Н.И. Лобачевским был поставлен вопрос в научно решаемой форме, является ли для нашей галактики (вселенной) реальное (физическое) пространство пространством евклидовым или новым пространством, которое им и независимо Я. Больем (1802—1860) установлено как могущее геометрически существовать наравне с пространством евклидовой геометрии <...>.

Мы знаем, что геометрия Евклида и Лобачевского — две из бесчисленного множества возможных. Они распадаются на три типа — Евклида, Лобачевского и Римана, и в настоящее время идет разработка общей геометрии, всех их охватывающей. Во время Лобачевского это было неизвестно, и поэтому он мог ставить вопрос о единой геометрии космоса. С таким же правом мы можем говорить о геометрической разнородности реальности, об одновременном проявлении в космосе, в реальности, материально-энергетических, главным образом материальных, физических, состояний пространства, отличающих разные геометрии. Мы увидим в дальнейшем, что эта проблема выявляется сейчас в разнородности биосферы, косных и живых ее естественных тел <...> Должны наблюдаться процессы, нам пока неизвестные, перехода одного такого физического состояния пространства с одной геометрической структурой в пространство с другой.

53. Одновременно появилось новое и углубился анализ в древней области знания, достигшей, подобно математике, высокого совершенства в *логике*. Она сейчас находится в перестройке <...>

54. Математика и логика суть только главные способы построения науки. С XVII в., века создания новой западноевропейской науки и философии, выросла новая область научного синтеза и анализа — *методика научной работы*. Ею именно создается, проверяется и оценивается основное содержание науки — ее эмпири-

ческий научный аппарат. Я уже говорил об его огромном значении в истории науки, все растущем и основном.

Странным образом методика научной работы, имеющая большую литературу и руководства величайшего разнообразия, совершенно не охвачена философским анализом. А между тем существуют отдельные научные дисциплины, как теория ошибок, некоторые области теории вероятности, математическая физика, аналитическая химия, историческая критика, дипломатика и т.д., только благодаря которым научный аппарат получает ту мощь проникновения в неизвестное, которая характеризует XX в. и открывает перед наукой нашего времени безграничные возможности дальнейшего охвата природы.

Методика научной работы, как ясно из изложенного выше, не является частью логики, а тем более — теории познания.

В последнее время в этой области совершается какое-то крупное изменение, вероятно, величайшего значения. Создается новая своеобразная методика проникновения в неизвестное, которая оправдывается успехом, но которую образно (моделью) мы не можем себе представить. Это как бы выраженное в виде "символа", создаваемого интуицией, т.е. бессознательным для исследователя охватом бесчисленного множества фактов, новое понятие, отвечающее реальности. Логически ясно понять эти символы мы пока не можем, но приложить к ним математический анализ и открывать этим путем новые явления или создавать им теоретические обобщения, проверяемые во всех логических выводах фактами, точно учитывая их мерой и числом, мы можем.

Этот способ исканий и открытий нашел себе широкое приложение, между прочим, в *физике атома* — области научного значения, всецело лежащей в микроскопическом разрезе мира. Понятия величины h , фотона, кванта являются ярким примером этой новой, вероятно, огромного могущества силы научного проникновения и расширения научной методики. Создаются новые научные дисциплины, как новая механика, и растут новые отделы математики, из них исходящие.

В корне меняется наш математический и логический аппарат по сравнению с тем, который имел в своем распоряжении ученый 40—50 лет назад.

Но ясно, что это только начало. С трудом, но бесповоротно создаются новые методы проникновения в неизвестное, связанные с исканием и созданием новых областей теоретической физики, в которых визуальный образ явлений или затушевывается, или совсем не может быть построен.

Но эта новая методика приложима не только к таким новым областям знания, как физика атома. Конечно, требуется большая осторожность в ее использовании, и в научной литературе наблюдается множество бесплодных и ошибочных ее применений, но это неизбежно в условиях всей нашей научной работы, в которой мы делаем множество лишней и ненужной работы. Мы работаем здесь, как работает природа, как выявляется организованность биосферы. Чрезвычайно важно, что одновременно с новой методикой на-

блюдаются еще большие явления, может быть ее вызывающие, — создание *новых областей знания, новых наук*.

Темп их создания и область их охвата за последние сорок лет непрерывно растут.

55. Четырнадцать лет назад я сравнил эту черту научного знания со взрывом, и это сравнение, мне кажется, правильно выражает действительность.

<...>

56. <...> История человеческой научной мысли есть научная дисциплина, т.е. она должна стремиться связывать научно точно установленные факты, искать обобщений и распределять их в систему и в порядок. Открытие радиоактивности А. Беккерелем и подготовка ее изучением световых свойств урана, длившимся в течение трех поколений в семье физиков Беккерелей, есть научный *факт*, с которым мы должны считаться.

Мы не можем перед ним не остановиться. Если сколько-нибудь был прав Лаплас и математической формулой ("формула Лапласа") можно охватить темп мирового движения, "мировой жизни", мы должны были бы ждать как раз проявлений такого рода в научных открытиях масштаба пережитого нами открытия явлений радиоактивности.

Уже по одному этому мы не можем оставить без внимания это реальное совпадение работ, шедших над ураном в течение ряда поколений, с быстротой открытия радиоактивности его в нужный момент. В науке нет случайности, и такие совпадения в ее истории не так редки. Успехи анализа после Лапласа, мне кажется, позволяют допустить, что Лаплас мог быть прав, в каких-то пределах. Но в каких?

57. Захвачены были последствиями открытия Беккереля вся жизнь человечества, вся философская его мысль, все его научное мировоззрение.

Ту же картину представляют последствия и теории относительности, выдвинутой А. Эйнштейном через 10 лет после А. Беккереля, шедшей уже в научной атмосфере ломки старых представлений, его победного шествия. Теория относительности вышла из научно-теоретической и математической мысли. История ее гораздо лучше изучена, чем история радиоактивности.

Но и здесь характерны скромное начало и непрерывающийся, все растущий в интенсивности и в многообразии эмпирический материал научных фактов, с теорией относительности генетически и логически связанный. Для натуралиста только эта сторона точных фактов, а не математических и философских концепций должна иметь основное значение.

58. Еще одна характерная черта научного знания должна быть принята во внимание, так как она играет основную роль в происходящем процессе.

Как мы видим, наука в социальной жизни резко отличается от философии и религии тем, что она, по существу, едина и одинакова для всех времен, социальных сред и государственных образований.

Правда, к этому человечество приходит тяжелым опытом истории, ибо и религия, и государственные социальные образования на протяжении целых тысячелетий пытались и пытаются создать единство и силой включить все в одно целое единое понимание смысла и цели жизни. Такого единства понимания в многотысячелетней истории человечества никогда не было. Все время существовали одновременно враждующие или уживающиеся различные их понимания. Такое стремление, которое сейчас как будто для всех становится ясной иллюзией, после бесплодной борьбы и потерянных сил начинает уходить в прошлое. Бывали такого рода попытки и в истории философии, также кончавшиеся полным крушением.

Можно оставить в стороне социальные государственные объединения, так как с ноосферической точки зрения они никогда не охватывали сколько-нибудь значительных частей планеты. Так называемые всемирные империи всегда занимали, в сущности, отдельные участки суши и всегда являлись одновременно существующими, приходили — силой или бытом — в равновесие друг с другом. Идея об едином государственном объединении всего человечества становится реальностью только в наше время, и то, очевидно, становится пока только реальным идеалом, в возможности которого нельзя сомневаться. Ясно, что создание такого единства есть необходимое условие организованности ноосферы, и к нему человечество неизбежно придет <...>.

59. Еще менее может создать единство — вселенскость понимания — философская мысль. В основе ее всегда лежит сомнение и рационалистическое обоснование существующего. Никогда не существовало времени, когда бы одна какая-нибудь философия признавалась истинной. Философия всегда основана на разуме и теснейшим образом связана с личностью. Типы личности всегда отвечают разным типам философии. Личность неотделима от философского размышления, а разум не может дать для нее мерку, вполне охватить всю личность. Философия никогда не решает загадки мира. Она их ищет. Она пытается охватить жизнь разумом, но никогда достигнуть этого не может. Философская истина всегда может быть подвергнута сомнению свободной и ищущей личностью. Тысячелетним процессом своего существования философия создала могучий человеческий разум, она подвергла глубокому анализу разумом человеческую речь, выработанную в течение десятков тысяч лет в гуще социальной жизни, выработала отвлеченные понятия, создала отрасли знания, такие, как логика и математика, — основы нашего научного знания.

В независимую от нее научную область начинает превращаться и психология, ею созданная, в которой огромную роль играет внутренний опыт, размышление о самом себе. Эта область явлений столь же безбрежна и бесконечна, глубока, как окружающая нас реальность.

Наука выросла из философии тысячелетия тому назад. Чрезвычайно характерно и исторически важно, что мы имеем три или четыре независимых центра создания философии, которые только в течение немногих — двух—трех — поколений находились между собой

в общении, а столетия и тысячелетия оставались друг другу неизвестными. Работа мысли — социальной, религиозной, философской и научной — шла в них независимо многими столетиями, если не тысячелетиями. Это были центры средиземноморские, индийские и китайские.

Может быть, сюда надо присоединить центр тихоокеанско-американский, который сильно отстал от первых трех и о котором мы мало знаем.

<...>

60. XIX столетие и особенно сильно XX в., после войны 1914—1918 гг. коренным образом изменили религиозную и философскую структуру всего человечества и создали прочную почву для единой вселенской науки, охватившей все человечество, дав ему научно-единство.

Движение началось в XVII в. в Северной Америке, где англичанами и французами положено начало североамериканской научной работе. Еще раньше оно началось в XVI столетии в Южной Америке, в испанской и португальской ее культурной среде, но здесь оно быстро замерло и не создало до XIX столетия прочной научной среды.

Совершенно другое было с Северной Америкой, где постепенным и непрерывным ростом создавался мощный научный центр англосаксонской научной работы, явившийся сейчас самой мощной научной организацией человечества. В Канаде сохранился англо-французский центр работы, слившийся с англосаксонским.

В начале XVIII века основы научных исканий были перенесены в Московскую Русь и при государственной поддержке быстро охватили Азиатский континент, перейдя на север Америки. Здесь, благодаря экспансии великорусского народа, была внесена научная мысль и работа в чуждую Западу, иную по традициям жизнь.

Мощное развитие колониальной силы Великобритании и своеобразный характер ее политики, приведший в конце XIX и в XX веке к созданию Британской империи, можно сказать, охватившей в единое культурное целое всю планету, оказал могущественное влияние на охват единой наукой огромных ее территорий.

Создались мощные научные центры самостоятельной научной работы Северной Америки, Австралии, Новой Зеландии, Южной Африки, где в XIX веке создавался и голландский африканский научный центр. Не менее важным было то, что под влиянием английской научной мысли вовлечена и охвачена научной мыслью и научной работой древняя цивилизация Индии и Бирмы. Здесь создались центры научной работы и началось научное возрождение Индии, основанное на единой науке и своей философии и религии. Через индийскую мысль в научную среду все больше вливаются и получают значение люди другой философской культуры, чем христианская.

Медленнее шло проникновение творческой современной научной мысли в среду мусульманского Востока, севера Африки, в Малой Азии и Персии, в эти области культуры, которые стояли во главе научной мысли человечества с VIII по XII столетия, но где под

влиянием религиозных и политических событий происходило медленное угасание научной работы, прекратившееся только в нашем столетии.

В середине XIX столетия, после многостолетнего перерыва связались с западноевропейской культурой (подобно России, на полтора столетия раньше) Япония, и государственными мерами создала у себя мощные центры научной культуры и прочно связалась с мирной наукой.

Наконец, после крушения Маньчжурской династии, Китай быстро вошел в научную работу человечества <...>

61. Так, в XX в. научная мысль 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. На этом общем и столь разнообразном фоне разворачивается взрыв научного творчества XX в., не считающийся с пределами и разграничениями государств. Всякий научный факт, всякое научное наблюдение, где бы и кем бы они ни были сделаны, поступают в единый научный аппарат, в нем классифицируются и приводятся к единой норме, сразу становятся общим достоянием для критики, размышлений и научной работы.

Но научная работа не определяется только такой организацией. Она требует благоприятной среды для развития, и это достигается широчайшей популяризацией научного знания, преобладанием его в школьном преподавании, полной свободы научного искания, освобождения его от всякой рутин.

XX в. — век возросшего значения народных масс. Мы одновременно видим в нем энергичное, широкое развитие самых разнообразных форм народного образования. И хотя не везде сняты путы, на которые указывалось, они неизбежно разлетятся с дальнейшим ходом времени. Велико значение демократических и социальных организаций трудящихся, интернациональных объединений и их стремление к получению максимального научного знания. До сих пор эта сторона организации трудящихся по своему темпу и глубине не отвечала духу времени и не обращала на себя достаточного внимания. Эта работа идет на всей планете вне рамок государств и национальностей. Это столь же необходимая предпосылка ноосферы, как и творческая научная работа.

62. Этот мощный рост научного знания все увеличивающейся интенсивности и расширяющегося охвата совпадает с глубоким творческим застоєм в смежных областях, тесно связанных с наукой — в философии и в религиозном мышлении.

В философии Запада, несмотря на большую, даже растущую литературу, наблюдается в нашем веке слабость новой творческой работы, недостаточная ее глубина. Философская работа после расцвета в эпоху от XVII до начала XIX века уже целое столетие не создает ничего равного научному творчеству XIX и XX столетий. Она разбивается в частностях, не захватывает широких вопросов жизни, повторяет старое, теряет значение для научно работающего мысли-

теля. Старые, давно уже умершие представления пытаются существовать, не меняясь по существу в новой обстановке, создаваемой наукой, ими не понимаемой. Лишь за последние годы эти старые течения уступают, начинается новое движение, но оно идет уже под прямым влиянием новой научной мысли и создаваемого ею нового научного мировоззрения. Наблюдаемое и важное для ученого, работающего в областях, связанных с изучением жизни, в частности для биогеохимии, начинающееся движение связано также с влиянием на него новой научной мысли. Наука, вскрывая новое, ломает старые философские представления, указывает конкретный путь.

Дело в том, что в истории философии наблюдается явление нег-возможное для научной мысли в наше время: наука *одна* для всего человечества, *философий, по существу, несколько*, развитие которых шло независимо в течение столетий, тысячелетий, долгих веков и долгих поколений. Наряду с европейско-американскими философиями, существует философия Индии и Китая. И если китайская философия находится в многовековой дремоте, и ее философия природы резко противоречит науке нашего времени, то философия Индии явно и резко пробуждается сейчас, после многовекового творчески лагентного состояния.

Мне кажется, для новых областей науки — и в частности для наук о природе — представляют большой интерес философские концепции Индии. Они после многовекового застоя сейчас только начинают возрождаться под влиянием расцвета мирового научного знания и охвата им духовной жизни этой части человечества, сумевшей сохранить поколениями тысячелетние достижения философского творчества предков. Но значение этих более широких и, может быть, глубоких, мне кажется, философских концепций Индии для науки выразится в будущем. Сейчас и здесь новая научная мысль идет вперед.

63. Религиозное сознание всего человечества переживает сейчас глубокий кризис, отчасти, но едва ли в основном, связанный с ростом научного знания и с несогласованностью его с научными достижениями, попытками с ним бороться. Впервые ярко выражается в государственных представлениях отрицание религии как одной из форм культуры человечества <...>

Человечество живет в глубоком кризисе религиозного сознания и, вероятно, находится на грани нового религиозного творчества <...>

Такое пассивное состояние в смысле вековых ведущих больших идей философского мышления и религиозного сознания реальности, понимания жизни в частности, при взрыве научного творчества, сила которого все увеличивается, создает небывалое в прошлом человечества значение науки, и открывающиеся перед ней новые научные проблемы получают в этом аспекте новое значение и освещение.

64. Другое новое явление резко меняет все условия роста научного творчества именно в нашем XX в. и придает им особый характер и особое значение.

Наше время, по существу, иное и небывалое в этом отношении,

ибо, по-видимому, впервые в истории человечества мы находимся в условиях *единого исторического процесса, охватившего всю биосферу планеты*. Как раз закончились сложные, частью с течением ряда поколений независимо и замкнуто шедшие исторические процессы, которые в конце концов в нашем XX столетии создали *единое, неразрывно связанное целое*. Событие, совершившееся в Индии или Австралии, может резко и глубоко отразиться в Европе или Америке и произвести там следствия неисчислимого для человеческой истории значения. И, может быть, главное — материальная, реально непрерывная связанность человечества, его культуры неуклонно и быстро углубляется и усиливается. Общение становится все интенсивнее, разнообразнее и постоянное.

История прошлого умственной культуры человечества нам сейчас так мало известна, что мы не можем ясно представить себе те этапы былого, которые привели к современной *вселенскости жизни* людей, ею — ее единством — охваченных, в каком бы уголке биосферы они не жили. Сейчас никуда от нее укрыться они не могут — ни в области духовной жизни, ни в области быта. И темп упрочения вселенскости так велик, что осознание его для ныне живых поколений реально, спорить об этом не приходится.

Вселенскость, спаянность всех человеческих обществ непрерывно растут и становятся заметными чуть не ежегодно.

Научная мысль и та же научная методика, единые для всех, сейчас охватили все человечество, распространились по всей биосфере, превращают ее в ноосферу <...>

65. Необходимо при этом еще отметить, что новое для науки в самой сущности своей положение, которое начало медленно развиваться в XVII—XIX столетиях, усилилось в конце XIX в. В XX в. оно под влиянием интенсивного роста научной мысли выдвинуло на первое место прикладное значение науки как в общезжитии, так и на каждом шагу: в частной, личной и коллективной жизни.

Государственная жизнь во всем ее проявлении охватывается научным мышлением в небывалой раньше степени. Наука ее захватывает все больше и больше.

Значение науки в жизни, связанное тесно, как мы увидим, с изменением биосферы и ее структуры, с переходом ее в ноосферу, увеличивается тем же, если не большим, темпом, как и рост новых областей научного знания <...>

Значение науки и ее проблем растет в этом аспекте еще с большей скоростью, чем растут новые области знания. К тому же как раз эти новые области научного знания чрезвычайно расширяют и углубляют *прикладное значение науки*, ее значение в ноосфере <...>

97. Как мы видели, геологически мы переживаем сейчас выделение в биосфере *царства разума*, меняющего коренным образом и ее облик и ее строение, — *ноосферы*.

Научная мысль человечества работает только в биосфере и в ходе своего проявления в конце концов превращает ее в ноосферу, геологически охватывает ее разумом <...>

100. Науки о биосфере и ее объектах, т.е. все науки гуманитарные без исключения, науки естественные в собственном смысле слова (ботаника, зоология, геология, минералогия и т.п.), все науки технические — прикладные науки в широком их понимании — являются областями знания, которые максимально доступны научному мышлению человека. Здесь сосредоточиваются миллионы непрерывно научно устанавливаемых и систематизируемых фактов, которые являются результатом организованного научного труда, и неудержимо растут с каждым поколением, быстро и сознательно начиная с XV—XVII столетий.

В частности, научные дисциплины о строении орудия научного познания неразрывно связаны с биосферой, могут быть научно рассматриваемы как геологический фактор, как проявление ее организованности. Это науки о "духовном" творчестве человеческих обществ, рода Номо и других (гоминид), близких к нему, сохраняя в себе проявление обычной биогеохимической энергии, вызывает в то же самое время нового рода миграции химических элементов, по разнообразию и мощности далеко оставляющие за собой обычную биогеохимическую энергию живого вещества планеты.

Эта новая форма биогеохимической энергии, которую можно назвать *энергией человеческой культуры* или культурной биогеохимической энергией, является той формой биогеохимической энергии, которая создает в настоящее время ноосферу.

Эта форма биогеохимической энергии присуща не только Номо, но всем живым организмам. Однако в них она является ничтожной, по сравнению с обычной биогеохимической энергией, и едва заметно сказывается в балансе природы, и то только в геологическом времени. Она связана с психической деятельностью организмов, с развитием мозга в высших проявлениях жизни и сказывается в форме, производящей переход биосферы в ноосферу только с проявлением *разума*.

Его проявление у предков человека вырабатывалось, по-видимому, в течение сотен миллионов лет, но оно смогло выразиться в виде геологической силы только в наше время, когда Номо sapiens охватил свою жизнью и культурной работой всю биосферу.

<...>

107. <...> Вероятно, уже сотни тысяч лет как человек — род Номо — и его предки обладали орудиями из дерева, костей и камня. Медленно, в течение долгих поколений вырабатывалось *умение* — *разум* в его первом проявлении.

Эти орудия наблюдаются уже в самом древнем палеолите, 250—500 тыс. лет назад <...>

В эти полмиллиона лет мы видим резкие колебания климата; относительно теплые периоды — длившиеся десятки и сотни тысяч лет — сменялись в северном и южном полушариях периодами, когда медленно — в историческом масштабе времени — двигались массы льда, которые достигали мощности до километра, например, в окрестностях Москвы. Они исчезли в районе Ленинграда тысячу семь лет назад и еще занимают Гренландию и Антарктику.

По-видимому, Homo sapiens или его ближайшие предки сформировались незадолго до наступления ледникового периода или в один из теплых его промежутков. Человек пережил тяжести холода этого времени. Это было возможно благодаря тому, что в это время в палеолите было сделано великое открытие — овладение огнем.

Это открытие было сделано в одном-двух, может быть немногих еще местах, и медленно распространялось среди населения Земли. По-видимому, мы имеем здесь общий процесс великих открытий, в которых играет роль не массовая деятельность человечества, сглаживающая и улучшающая частности, но проявление отдельной человеческой индивидуальности.

<...>

Открытие огня явилось первым случаем, когда живой организм овладел и сделался хозяином одной из сил природы.

Несомненно, это открытие лежит в основе, как это мы видим теперь, последованшего после него всего будущего роста человечества и нашей настоящей силы.

Но этот рост совершался чрезвычайно медленно, и нам трудно представить себе условия, при которых он мог произойти. Огонь был известен уже родовым предкам или предшественникам того вида гоминид, который строит ноосферу. Последнее открытие в Китае вскрывает перед нами культурные остатки синантропа, которые указывают на широкое использование им огня, по-видимому, задолго до последнего оледенения в Европе, за сотни тысяч лет до нашего времени. Как было сделано им это открытие, мы не имеем сейчас никаких данных сколько-нибудь правдоподобных. Синантроп обладал уже разумом, имел грубые орудия, пользовался речью, исполнял обряд погребения. Это был уже человек, но чуждый нам по многочисленным морфологическим признакам. Не исключена возможность, что он является одним из предков современного населения Китая.

<...>

109. <...> Человек создавал огонь в среде живой природы, подвергая ее горению. Этим путем, путем степных палов и лесных пожаров, он получил силу, по сравнению с окружающим его животным и растительным миром, которая вывела его из ряда других организмов и явилась прообразом его будущего. Только в наше время, в XIX—XX столетиях человек овладел другим источником света и тепла — электрической энергией. Планета стала светиться еще более, и мы находимся в начале времени, значение и будущее которого остается пока вне нашего внимания.

110. Прошли многие десятки, если не сотни тысяч лет, пока человек овладел другими источниками энергии, некоторые из которых, как энергия пара, например, явились прямым последствием открытия огня.

<...>

Коренное изменение началось в северном полушарии после отхода последнего ледника, за пределами оледенения.

Это было открытие земледелия, создавшее независимую от ди-

кой природы пищу, и открытие скотоводства, помимо его значения для пищи, ускорившее передвижение человека <...>

113. Земледелие могло проявиться как геологическая сила и изменить окружающую природу только тогда, когда одновременно с ним проявилось и скотоводство, т.е. когда одновременно с выбором и разведением растений, нужных ему для жизни, человек выбрал и стал разводить нужных ему животных. Человек бессознательно совершил этим геологическую работу, вызывал большее размножение определенных видов растительных и животных организмов, создавая себе всегда доступную концентрированную пищу и обеспечивая пищей определенные виды нужных ему животных.

<...>

В рабочем скоте он получил новую для него форму энергии, позволившую прокармливать большее количество населения, создавать большие поселения, городскую культуру, освобождаться от угроз голода, как неизбежного явления.

<...>

В земледелии и скотоводстве проявилась прежде всего направленная разумом культурная биогеохимическая энергия, создавшая для человека новые условия его местопребывания в биосфере. Этим путем резко менялась главным образом живая природа. Долгие десятки тысяч лет косное вещество биосферы затрагивалось человеком лишь в степени несравнимой с резким изменением окружающей его живой среды.

Создался в результате этой работы новый лик Земли, тот, в котором мы сейчас живем и который стал заметен только в последние тысячелетия. Сейчас изменение проявляется все более резко с каждым десятилетием.

<...>

116. <...> В течение последнего полутысячелетия, с XV в. до XX в. непрерывно шло, все усиливаясь, развитие мощного влияния человека на окружающую природу и ее им понимания. В это время совершился охват единой культурой всей поверхности планеты: открытие книгопечатания, познание всех недоступных раньше областей Земли, овладение новыми формами энергии — паром, электричеством, радиоактивностью, овладение всеми химическими элементами и их использованием для потребностей человека, создание телеграфа и радио, проникновение бурением на километры в глубь Земли и поднятие на воздушных машинах человека выше 20 км от поверхности геоида, и аппаратами — выше 40 км. Глубокие социальные изменения, давшие опору народным массам, выдвинули их интересы конкретно на первое место и вопрос о прекращении недоедания и голодания стал реально и не может сойти с поля зрения.

Вопрос о плановой, единообразной деятельности для овладения природой и правильного распределения богатств, связанный с созна-

нием единства и равенства всех людей, единства ноосферы, стал на очередь дня. Движение повернуто быть не может, но оно носит характер жестокой борьбы, которая, однако, опирается на глубокие корни стихийного геологического процесса, который может длиться два-три поколения, может быть и больше <...> В том переходном состоянии, среди интенсивной борьбы, в которой мы живем, кажутся мало вероятными также и длительные остановки идущего процесса перехода биосферы в ноосферу.

Научный охват биосферы, нами наблюдаемый, является проявлением этого перехода.

Эту его неслучайность и связь со строением планеты — ее верхней оболочки — мы должны, будем в дальнейшем подвергнуть, говоря о понятиях биогеохимии, возможно глубокому, внимательному логическому анализу.

Фрагменты из работы "Научная мысль как планетное явление", 1938 г. Из книги: В.И. Вернадский. Размышления натуралиста. Кн. 2. М.: Наука, 1977 г.

1940 год

Правильно Ле Руа, как современное проявление эволюционного процесса, берет *pensée* или *conscience*, т.е. проявление центральной нервной системы человека, охватывающего всю биосферу и передельвающего ее в ноосферу, как проявление миллиарды лет длящегося процесса (*E. Le Roy. L'exigence idéaliste et la fait d'évolution. P., 1927, p. 2—3*).

Сознание — мысль человека — есть функция биосферы и проявление эволюционного процесса, т.е. планетное явление, не отделимое от ее материального бытия, так как явно связано с атомами.

Человеческий разум не есть венец сознания и выявления планетной силы, какой являются в свете эволюционного процесса его другие выявления... [слово не разобрано. — *Ред.*] в этом смысле не есть фантазия, но есть вероятное явление.

Возможно, так же связаны с материальным субстратом (планетным?) высшие проявления *pensée* и *conscience*.

У человека есть стороны развития нервной системы, которые дадут проявления в будущем в аспекте палеонтологического процесса.

<18.VIII 1940 г.>

Мысль и сознание — то совершенно новое проявление живого вещества, которое, сперва без самооценки и самосознания, выявляют в жизненной группировке человеческих обществ — на наших глазах закончено захватом всей планеты человеком, сознается его единство и все увеличивающееся и все углубляющееся общение. Расстояния между людьми исчезают, связь между ними выявляется все более непрерывной и глубокой.

Единая организация всего человечества и организация для единого действия является идеалом в той обстановке, которую мы

переживаем в данный момент, когда явно для всех ясной становится совершенно иная возможность всемирной организации всего человечества для безбедной жизни и для благоустройства биосферы, управления этой перестройкой — умом. Биосфера рано ли, поздно ли превратится в ноосферу.

Заметки. ААН, ф. 518, оп. I, N 158.

Мне кажется, что индивидуальность в живом веществе в аспекте природы (биосферы) проявляется впервые только в человеке. Поэтому я считаю ошибкой, когда противопоставляют человека среде, так как о среде или о природе мыслят, как о чем-то изотропном, забывая, что живой организм и живое вещество живут в биосфере, от нее неотделимы и являются ее функцией, но ее в свою очередь создают.

Поэтому я думаю, что противопоставляя живой организм косным телам биосферы, я имею дело с совершенно другим явлением, чем если я противопоставляю живое вещество биосфере.

Письмо Б.Л. Личкову от 5.I 1940 г. Переписка, II. С. 10—11

Биосфера — не есть "лик Земли" Эдуарда Зюсса, а есть обладающая определенной структурой — *организованностью* — геологическая оболочка, одна из ряда концентрических оболочек нашей планеты. Эта геологическая оболочка, которая охвачена проникающими из космических просторов радиациями. В геологическом ходе времени лик Земли меняется — биосфера переходит через ряд состояний, отражая на себе *эволюцию видов* <...> Антропогенная эра А.П. Павлова есть проявление того же нового состояния биосферы, создания человечества в эволюции видов. *Мы находимся в состоянии ноосферы.*

Несколько слов памяти А.П. Павлова. 1940 г. Тр. по истории науки в России. М.: Наука, 1988. С. 304—314.

Несмотря на ужасы безумного самоистребления и трат на это богатства, которое должно было бы идти на культуру, а не на варварство, — я смотрю вперед с большой уверенностью <...> Как раз сейчас я обдумываю одну из проблем биогеохимии — "О ноосфере".

Мне представляется неизбежным ее образование: переход биосферы — в ноосферу. Он подготовлялся сотнями тысяч поколений и не может быть изменен "случайностями" человеческой истории — отдельными личностями и течениями.

Письмо Н.Н. Лузину от 14.VII 1940 г. Мочалов, С. 342.

Я мало знаю Маркса, но думаю, что ноосфера всецело будет созвучна его основным выводам.

Образование ноосферы *вне* воли людей и не может быть оставлено *человеческой историей*: оно *следствие* неизбежного полного заселения *всей* планеты.

Письмо Б.Л. Личкову от 1.XI 1940 г. Переписка, II. С. 40.

1. Если мы говорим, что мы строим свое миропонимание научно, а не философски и не религиозной интуицией, не поэтическим вдохновением и не музыкальным самоуглублением, — это значит, что мы исходим из следующих положений, которые имеют характер *аксиом*:

1) Мы ограничены в наших научных представлениях научной работой прошлых поколений, в рамках которой мы неизбежно идем, на которую мы опираемся и корни которой идут в десятки тысяч лет в глубину от нашей жизни.

С каждым поколением эта зависимость от прошлого упрочняется и логически уточняется. За самые последние поколения мы явно входим в критический период усиления этого процесса, и научная работа становится проявлением геологической работы человечества, [она] создает особое состояние геологической оболочки — биосферы, где сосредоточено живое вещество планеты — биосфера переходит в новое состояние — в *ноосферу*.

2) Ясным и как бы стихийным является для нас такой неожиданный по сути результат научной работы поколений. Он не зависит от воли отдельного исследователя и быстро растет в своей интенсивности с ходом времени.

Мы ясно видим (так стихийно, что это не требует от нас доказательств), что переживаемое нами состояние научного знания подготавливалось миллиардами лет бессознательного эволюционного процесса живого вещества биосферы.

2. Эта неразрывная связь с прошлыми поколениями все больше увеличивается, укрепляется и усложняется, становится все более глубокой, для нас врожденной и от нашего волевого проявления независимой. Это нам данный природный субстрат нашего мышления. В XX веке мы от него избавиться совсем не можем и это является одним из характернейших проявлений того взрыва научной мысли, который мы переживаем с начала XX века. Вредной, нереальной фикцией является столь часто наблюдаемое представление человеческой личности как свободной действенной силы в окружающей научной и философской среде. Особенно это относится к среде научной. Каждый ученый является сложным комком идей и знаний, в котором современное ему знание имеет иногда совершенно ничтожное место в его научных суждениях.

Заметка от 9.III 1941 г. Философ. мысли, с. 419—420.

Невольно мысль направляется к необходимости *свободы мысли*, как основной [составляющей], равноценной основной структуре социального строя, в котором личность не является распорядителем орудий производства. Равенство всех без этого невозможно. Но оно и невозможно без свободы мысли.

Наш строй это ярко показывает, когда миллионы людей превращены — "на время" — в заключенных, своего рода рабство.

В конце концов великие идеи, [выросшие] в науке, искажаются.

Надо пересмотреть с этой точки зрения Маркса: он ясно видел, что мысль человека создает производительную силу.

Еще больше и глубже это проявляется в *ноосфере*. Но для этого необходимое условие — *свобода мысли*.

Дневник. 16.IV 1941 г. Лит. газ., 16.III 1988 г.

В ноосфере, состояние которое мы начинаем переживать, дикие идеи гитлеризма могут быть только эфемерны <...>

Я уверен, что попытка Гитлера повернуть естественноисторический процесс ноосферы безнадежна.

Письмо К.К. Жирову, 9.VII 1941 г. Мочалов, с. 348.

Я смотрю в ближайшее будущее — в создание "ноосферы" — очень оптимистично, но это не фатализм, а эмпирический вывод.

Письмо Б.Л. Личкову. 27.VII 1941 г. Переписка, II. С. 67—68.

Мы знаем об окружающем только по таким фальсифицированным данным. Надо вносить поправку — из гуши жизни и (своего) жизненного опыта: охвата происходящего, сознательно и глубоко переживаемого с 1873 г. (если не раньше) по 1941 г. — больше 60-ти лет.

Ноосфера, в которой мы живем, — является основным регулятором моего понимания окружающего.

Если правительство не сделает грубой ошибки — гибель гитлеризма в ближайшее время неизбежна и быстра — [займет] немногие месяцы.

Дневник. 30.VII 1941 г. Лит. газ., 16.III 1988 г.

Сегодня я ярко чувствую "мировой" стихийный процесс — *за рождение* в буре и грозе *ноосферы*.

Дневник. 26.VIII 1941 г. Лит. газ., 16.III 1988 г.

Ярко переживаем все происходящее. Я смотрю на все с точки зрения ноосферы и думаю, что в буре и грозе, в ужасе и страданиях стихийно родится новое прекрасное будущее человечества.

Письмо А.Е. Ферсману. 28.XII 1941 г. Письмо, с. 211.

1942 год

Мы живем в эпоху примата *науки над философией*. Больше того, мы подходим к новой эре в жизни человечества и жизни на нашей планете вообще, когда точная научная мысль как планетная сила выступает на первый план, проникая и изменяя всю духовную среду человеческих обществ, когда ею охватываются и изменяются техника жизни, художественное творчество, философская мысль, религиозная жизнь. Это явилось неизбежным следствием — впервые на нашей планете — захвата все растущими человеческими обществами, как единого целого, всей поверхности Земли. Этим путем геологическая поверхностная ее оболочка, об-

ласть жизни — биосфера быстро переходит в новое состояние — *ноосферу*, резко геологически этим путем меняется с помощью научно направляемого разума человека, человек в ней становится геологической (планетной) силой, в таком масштабе в истории нашей планеты небывалой.

Время философии в будущем. Оно наступит тогда, когда философия переработает огромный, бурно растущий научный материал научно установленных фактов и научных эмпирических обобщений, непрерывно увеличивающийся и современной философии уже в значительной мере чуждый. И как раз в переживаемый нами период такого роста научной творческой мысли оригинальная *творческая работа философии в XX в. ослабла*, несравнима по своей глубине и охвату с научным творчеством.

16 лет назад, в 1926 г. я сравнил этот рост научной мысли со взрывом, и сейчас я мог бы это сделать с еще большей уверенностью. Человек в наше время переживает такое состояние научного творчества, какое повторяется в его истории раз-два в тысячелетие.

С небывалой быстротой растет наша точная научная мысль и бросает в единую, охватывающую все человечество, духовную атмосферу массу новых, точных знаний о природе, о нашей планете... Резко меняется и наше представление о реальности... с *числом-символом*, как бы независимым от окружающей человека природы проявлением чистого мышления и речи. Это, с одной стороны, область анализа (арифметика и алгебра), а с другой стороны, связанная с пространством внешней природы и телом человека, обработанная его мыслью окружающая его материальная и энергетическая среда — внешний и внутренний мир — *область геометрии*.

Одно и то же природное явление может быть независимо охвачено обоими этими направлениями *творческой математической мысли*.

Область анализа более широка, чем область геометрии, и охватывает все, что охватывает мышление и речь. *Мыслящий человек есть мера всему*. Он есть огромное планетное явление.

В точном эмпирическом знании вопрос о реальном природном значении анализа не проявлялся. Лишь в философских и мистических исканиях была об этом временами речь. Натуралист может с этим, пока по крайней мере, не считаться.

О геологическом значении симметрии. 1941—1942 гг. Философ. мысли, с. 274—276.

Ноосфера — то будущее, которое геологически неизбежно моим внукам и правнукам.

Письмо дочери Н.В. Толль. 30.IV 1942 г. Мочалов, с. 369.

Геологическая роль человека выявляется его разумом и его техникой и может быть рассматривается как все более и более сознательное изменение им окружающей природы, ее им переработки. В связи с этим можно выразить происходящий процесс

как процесс изменения жизнью и трудом человека биосферы, перевод ее в ноосферу, то есть в область жизни, управляемую разумом.

"Мысли натуралиста об организации славянской научной работы на фоне мировой науки". 5.VI 1942 г. Кабинет-музей В.И. Вернадского

Мы живем в замечательное геологическое время в истории нашей планеты — *антропогенной эре* (А.П. Павлов), когда стихийно в течение миллионов лет человек — с остановками, но *неуклонно*, в последние столетия все быстрее, становится геологической силой, меняющей лик нашей планеты. От нас зависит *сделать стихийный процесс сознательным*, превратить область жизни — биосферу в *царство разума — в ноосферу* (Леруа).

Эту цель должны поставить себе *ученые нашей страны*, когда после изгнания гитлеровских варваров перед нами станет во всей его сложности вопрос о *быстром восстановлении производительных сил нашей страны*.

Небывалая по разрушительности и жестокости война требует небывалых мер быстрого восстановления разрушенных материальных и духовных ценностей <...>

Но предварительно мы должны быстро *создать у себя мощный современный центр научной работы*, отвечающий научной работе XX века.

Материальные средства, которые на это пойдут, *быстро окупятся*.

В альбом А.Г. Вологодина. 28.XII 1942 г. Мочалов, с. 353.

1943 год

Известия по радио показывают начало развала немцев. Будут изгнаны. Трудно охватить все последствия. Начало ноосферы. Это хочется изложить.

Дневник. 23.I 1943 г. Мочалов, с. 351.

Слово "ноосфера" создано учеником Бергсона Леруа в 1927 году, который принял мое понятие о биосфере в лекциях в Collège de France. Сейчас, когда на арену выступили интересы народных масс, а не отдельных семейств или лиц, исторический процесс хода истории явно становится естественноисторическим процессом. Это — его исторический субстрат.

Письмо Г.В. Вернадскому. 24.VI 1943 г. Мочалов, с. 360.

В последней главе моей книги "О химическом строении биосферы и ее окружения" я касаюсь вопроса о "ноосфере", об особом ее состоянии, которое предопределяет наше будущее, и потому я смотрю без сомнения на лучшее будущее после победы. Впервые в истории человечества интересы народных масс, а не отдельных классов или лиц, явились идеологической основой государственной и социальной работы.

Впервые человек охватил весь земной шар; может жить где угод-

но, сноситься с быстротой молнии, передвигаться сотнями километров в час. Человек в ноосфере становится геологической силой.

Непонятно при этом, каким образом может человеческий разум изменять ход природных явлений.

Письмо И.Ю. Крачковскому. 2.VII 1943 г. ААН, ф. 1026, оп. 3, д. 221, л. 16.

Сейчас в ноосфере, мне кажется, я подошел к субстрату исторического процесса. Сейчас отдал в печать сжатое изложение основных идей в виде статьи "Несколько слов о ноосфере". Пошлю тебе копию. Статья будет напечатана в ближайшем № "Успехов биологии". О ноосфере более подробно, если мне только суждено дожить до этого, и о связи ее с историческими науками, я буду говорить в последней части моей книги.

Письмо Г.В. Вернадскому. 22.XII 1943 г. Мочалов, с. 380—381

1944 год

38. Биосфера не есть только так называемая область жизни. Это резко *экспонируется* в ее веществе. Вещество ее состоит из семи *глубоко* разнородных частей, геологически не случайных. Во-первых, из совокупности живых организмов, *живого вещества*, рассеянного в мириадах особей, непрерывно умирающих и рождающихся колоссальной действительной энергией (биогеохимической энергией) и являющихся могучей геологической силой, нигде на планете больше не существующей, связанной с другим веществом биосферы только биогенной миграцией атомов. Концентрация живым веществом определенных химических элементов в биосфере есть, по-видимому, ее господствующий — *биогенный* — геологический процесс.

Во-вторых, мы имеем дело с веществом, создаваемым и перерабатываемым жизнью, т.е. с живыми организмами, с *биогенным веществом*, источником чрезвычайно мощной потенциальной энергии (каменный уголь, битумы, известняки, нефть и т.д.). Живые организмы в нем после его образования геологически малодейтельны.

В-третьих, мы имеем вещество, образуемое процессами, в которых *живое* вещество не участвует: *косное вещество*, твердое, жидкое и газообразное, из которых только газообразное и жидкое (и дисперсное твердое) являются на поверхности биосферы носителями свободной энергии.

~~Четвертая часть~~ вещества — это *биокосное вещество*, которое создается одновременно живыми организмами и косными процессами, представляя динамические равновесные системы тех и других. Таковы вся океаническая и почти вся другая вода биосферы, нефть, почва, кора выветривания и т.д. Организмы в них играют ведущую роль. Эти биокосные организованные массы являются сложными динамическими равновесными, в которых резко проявляется геохимическая энергия живого вещества — *биогеохимическая энергия*.

Мы увидим, что различие между живым и косным веществом планеты лежит очень глубоко, что никогда живое вещество в

миллиарды лет не образуется из косного, что нигде мы не видим ни следа абиогенеза, т.е. образования живого вещества непосредственно из косного. Оно обладает способностью, чрезвычайно сильно выраженной, размножаться, связано с косным только дыханием и питанием — биогенной миграцией атомов, выявляется поколениями. Можно думать, во всяком случае можно принимать за научную гипотезу, что различие между ними лежит глубже геометрического различия, в особом состоянии пространства—времени, нигде на нашей планете, кроме биосферы, не встречаемого.

В-пятых, *вещество*, находящееся в *радиоактивном распаде* в форме немногих относительно прочных радиоактивных элементов, причина распада которых нам неизвестна и может быть — это есть общее свойство всех химических элементов в меньшей степени. Мы здесь имеем дело с химическими элементами сложного изотопного состава, проникающими все вещество биосферы и идущими вглубь, на глубину, нам неизвестную. Это вещество, в такой форме дисперсно рассеянное, является одной из самых мощных сил, меняющих всю энергетику биосферы (как и более глубоких оболочек). С другой стороны, все вещество биосферы и, по-видимому, только биосферы, проникнуто шестой формой вещества — *рассеянными атомами*, которые непрерывно создаются из всякого рода земного вещества под влиянием космических излучений, непрерывно охватывающих планету, по-видимому, из просторов Млечного пути. Изотопически характер этих рассеянных элементов неизвестен, по-видимому, это отдельные изотопы. Точное определение атомного веса их изотопов есть ближайшая научная задача дня.

Наконец, седьмым типом земного вещества является *вещество космического происхождения*, среди которого мы можем различить, с одной стороны, отдельные атомы и, может быть, даже молекулы, входящие в ионосферу из электромагнитного поля Солнца, а, с другой стороны, проникновение потока отдельных атомов и молекул, приходящих к нам из космических пространств, может быть из того облака космической пыли, которое охватывает всю нашу Солнечную систему.

Вторым типом космического вещества, непрерывно проникающим в поле тяготения и магнитное поле нашей планеты, является космическая пыль, падающие звезды, болиды и метеориты, непрерывно попадающие в биосферу.

Мы не имеем пока сколько-нибудь точного количественного представления об этом процессе, но, весьма вероятно, он может не влиять на массу нашей планеты, так как Земля непрерывно теряет атомы и молекулы — мелкую пыль, уходящую в космические просторы вопреки чисто абстрактному представлению о скорости отлета или ускользания, связанной с массой нашей планеты. В области стратосферы мы видим сложное движение разреженных масс и нельзя рассматривать эти сложные движения только как проявления всемирного тяготения. Здесь проявляется резко не только поле тяготения, но и магнитное поле этих верхних геологических оболочек нашей планеты. Вполне возможно, что мы имеем здесь

динамическое равновесие. Вещество планеты в ходе геологического времени не меняется. Планета наша столько же получает вещества, сколько его отдает.

Живое и биокосное вещество встречается на нашей планете только в биосфере, биогенное господствует в стратисфере <...>

В геологии жизнь проявляется только в виде живого вещества. Необходимо в точной научной геологической работе с этим считаться. В религиозном, в философском и даже в обыденном языке понятия — жизнь и живое вещество — не совпадают, иногда резко. С этим мы не будем считаться и в геологии будем говорить только о живом веществе в том понимании, которое здесь дано.

Этим, мне кажется, логически точно и строго определяется понятие жизни до конца, поскольку она проявляется в геологических процессах. В него при этом не входит целый ряд представлений и следствий, которые в обыденном языке скрытно связываются с пониманием жизни и которые под влиянием религиозных и философских представлений проникают в научную биологическую литературу и особенно в область гуманитарных наук, когда говорят о жизни.

Проявления человеческого разума и направляемые им геологически важные его результаты, его наука и техника в первую очередь, целиком укладываются в понятие человеческого живого вещества, так определенного, и не требуют для себя никаких дополнительных гипотез, поскольку мы имеем дело с геологическими процессами.

Переход биосферы в ноосферу открывает особую геологическую эру в истории нашей планеты — антропологическую эру, названную так А.П. Павловым (1854—1929), восстановившим старую идею Л. Агассиса (1807—1873), опиравшегося только на палеонтологические данные и говорившего о "геологической эре человека". Агассис не сознавал эволюционного процесса живого вещества. Не сознавал его и Бюффон (1707—1788), тоже выдвигавший эру человека как последнего творения.

Почти одновременно с Павловым, от него независимо Le Conte в Калифорнии и К. Шухерт в Новой Англии называли ту же эру "психозойской". Последнее название, может быть, более точно выражает это явление — начало ноосферы.

Когда натуралист говорит о космической жизни, он может понимать ее только в том же самом смысле, который здесь указан, т.е. делает допущение о существовании живого вещества вне пределов Земли, на других планетах. Пока научно мы идти дальше не можем, кроме указаний на существование жизни в земных планетах. И, с другой стороны, мы видим в нашей социальной среде проявление — стихийное стремление — для некоторых личностей в реальных мечтаниях и действиях вырваться из нашей планеты, проникнуть конкретно на построенных ими аппаратах за пределы Земли, в другие миры Космоса. Это стихийное стремление, надо

думать, рано или поздно выльется в фактические результаты.

<...>

113. Больше 10 лет тому назад, в 1931 г., я остановился в докладах в Ленинградском обществе естествоиспытателей, в Обществе испытателей природы в Москве и в Академии наук в Ленинграде на том противоречии, которое резко выявляется в структуре научной работы и в научной концепции Вселенной, из нее вытекающей. Я тогда говорил: "Переворот, совершающийся в нашем XX в. в физике, ставит в научном мышлении на очередь пересмотр основных биологических представлений. По-видимому, он впервые позволяет в строго научной концепции мироздания поставить в Космосе на подобающее место явления жизни. Впервые в течение трех столетий вскрывается возможность преодолеть созданное ходом истории мысли глубочайшее противоречие между научно построенным Космосом и человеческой жизнью — между пониманием окружающего нас мира, связанным с человеческим сознанием, и его научным выражением. С XVI в. это противоречие проникает всю нашу умственную жизнь и глубочайшим образом на каждом шагу нами ощущается. Его последствия неисчислимы".

За это последнее десятилетие в этой области знания сделаны большие успехи, и явления жизни выявились как планетный процесс на нашей Земле с большей, чем тогда, яркостью. Можно сказать, что за эти годы нам впервые выявились, с одной стороны, основные черты хода жизненных процессов на нашей планете в течение геологического времени, а с другой стороны, мы сейчас впервые можем утверждать научно, несомненно с большей определенностью, существование биосферы и вне нашей планеты, на земных планетах — Марсе и Венере, по крайней мере.

Картина, которая при этом выясняется, несомненно, не отвечает тому большому месту, которое научные дисциплины биологических наук, и особенно наук гуманитарных, т.е. наук о человеке, занимают в структуре науки XX в. Но это последнее теснейшим образом связано с резким изменением, с научной поправкой наших неправильных представлений о положении человека на нашей планете, следовательно, в Космосе, сейчас меняющихся. Ибо, как мы увидим, исторически, т.е. в ходе геологического времени в своей жизни человек подошел к резкому изменению понимания своего положения на нашей планете вследствие перехода ее в новое состояние, в ноосферу. В ноосфере геологическая роль человека ведущая.

В этих новых условиях главная геологическая сила человечества строится ростом той части гуманитарных наук, которые связаны с науками о природе, с математикой и науками техническими. В них, можно сказать, стихийно идет быстрое создание новых научных дисциплин.

114. Как часть планетного земного живого вещества мы инстинктивно и бессознательно ярко чувствуем загадку жизни — своего существования и существования жизни. Я бы сказал, что

это самое глубокое проявление самосознания, когда мыслящий человек пытается определить свое место не только на нашей планете, но и в Космосе. Научным эмпирическим путем он приходит к сознанию единства всего живого — от микробов (и даже вирусов) и до человека — и к невозможности сомнения в существовании вплоть до микробов таких проявлений сознательности, какие мы резко научно выявляем от невидимых простым глазом инфузорий и до человека включительно. Перед нами в течение тысяч поколений стоит загадка неразрешенная, но принципиально разрешимая — загадка жизни.

Это загадка жизни для нас, но не в окружающей нас реальности. Она указывает только на непонимание нами реальности. Поэтому, мне кажется, остается чувство неудовлетворения и стремление искать большее, когда перед нами вскрывается новая и простая научная схема хода жизни на нашей планете и в Космосе в аспекте геологического времени, как это имеет место сейчас в палеонтологии.

<...>

199. Мы живем в исключительное время в истории нашей биосферы, в психозойскую эру, когда создается новое ее состояние — ноосфера и когда геологическая роль человека начинает господствовать в биосфере и открываются широкие горизонты его будущего развития. Это связано прежде всего с тем, что человек закончил впервые в своей истории заселение планеты. В XX в. впервые не осталось места на земном шаре, куда не ступала нога человека, и он добился таких условий, при которых он всюду может жить и развиваться с комфортом в случае надобности. И, с другой стороны, одновременно создание и развитие авиации позволили человеку проникнуть, правда, сперва только в нижние слои стратосферы, и развитие техники позволило подойти реально к веществу нижней границы биосферы.

Одновременно с этим, используя радиоволны, человек может говорить, слышать и вскоре сможет видеть то, что совершается за тысячи километров от его места обитания. Пути сообщения сокращают и в ближайшем будущем, несомненно, сократят до минимума время переездов. Реально начинает рассчитывать человек о выходе в космическое пространство.

Это явилось следствием мощного развития научной мысли, научного исследования и охваченной наукой техники и труда человеческих обществ. И здесь человек находится только на первых ступенях своего развития. Лишь социальная отсталость мешает проявиться совершенствующемуся перевороту в его реальной силе.

Уже более чем два столетия, особенно в XX в., народные массы выступили сознательно на политическую социальную арену, явились политической силой, и идея равенства всего человечества и равноправия черных, желтых, красных и белых рас пустила глубокие корни в общее и научное сознание мира.

Одной из предпосылок современного переворота явилась свобода научной мысли и научного искания, освобождение ее в зна-

чительной степени от давления религиозных, философских и политических построений и создание в общественном и государственном строе условий, благоприятных для свободной научной мысли.

Но далеко еще не существуют условия, вполне благоприятствующие росту научного знания и связанных с этим его приложений.

Стало ясным и все больше проникает в сознание человечества, что перед ним сейчас имеется полная реальная возможность не допустить недоедания и голодания, нищеты и чрезвычайно ослабить болезни, продолжить до максимума длительность человеческой жизни. Но борьба за это, открывающееся перед человечеством новое будущее далеко не закончилась, и пройдет все же несколько, вероятно, немного поколений, пока оно неизбежно, как природный стихийный процесс ярко выявится в ноосфере в действительности.

Мы видим, что с каждым поколением темп движения к неизбежному будущему единого человечества, охватывающего всех потомков *Homo sapiens*, единого вида, в котором потерялись в сотне, если не больше тысяч поколений когда-то существовавшие особи других родов человека, увеличивается.

Это движение началось миллионы лет тому назад, в конце третичного времени. В наших представлениях об эволюционном процессе живого вещества мы недостаточно учитываем реально существующую направленность эволюционного процесса.

<...>

215. <...> Жизнь — живое вещество — поистине является одной из самых могущественных геохимических сил нашей планеты, а вызываемая ею биогенная миграция атомов представляет форму организованности первостепенного значения в строении биосферы.

216. На суше, в окружающем нас воздухе, мы встречаемся с поясами ландшафтов, с геохорами. В разных геохорах химический состав живого населения резко различен, и, по-видимому, без вмешательства человека это различие было бы более резким, чем теперь, когда девственная природа исчезла или исчезает на всей поверхности планеты. Это — резкое проявление биогеохимической функции человека и перехода биосферы в ноосферу. С каждым поколением этот процесс идет быстрее, и вместо девственной природы создано измененное человеческой культурой живое вещество, созданы новые формы культурных животных и растений и быстро исчезают прежние обитатели суши. Эти последние сохраняются уже и теперь, по крайней мере для больших организмов все более и более часто, только в резервах, заповедниках, зоологических садах.

С химической точки зрения, совокупности культурных растений, а также стада культурных животных отличаются большей простотой состава, так как на культурных полях исчезают даже сорняки.

А число исчезнувших или ставших редкими диких животных все увеличивается, заменяется новыми культурными созданиями, более близкими химически между собой, число родов которых сильно уменьшено по сравнению с исчезнувшими из памяти человека и ставшими редкими.

Культурные земли сейчас покрывают почти всю поверхность суши, и остатки так называемой дикой девственной природы уходят на второй план. Уже давно культурные расы вытеснили прежних крупных млекопитающих. Урожай культурных растений и скопления культурных животных достигают максимальных величин, раньше небывалых.

Процесс этот начался раньше двадцати тысяч лет тому назад и в XX столетии достиг максимума, временно за последнее двадцатилетие разрушаемого безумными войнами и убийствами. Мы как раз сейчас переживаем такой момент разрушительной мировой войны. Но эти, в сущности, по сравнению с грандиозностью биосферы мелкие явления не могут остановить процесс, который подготовляется миллиардами лет. В бурях и в грозе зарождается ноосфера.

Учитывая все эти изменения и новые культурные явления, мы видим, что в нашу эпоху лик Земли, живое его население резко меняется и создаются в биосфере новые геохоры. Биосфера переходит в ноосферу.

Нечего говорить, что такое изменение природы есть геологический факт и культурные виды животных и растений имеют для нас тот же самый и, пожалуй, больший интерес, чем дикая живая природа. Тем более что их биогеохимическое значение увеличивается за счет дикой природы. Их химический состав и вес иной, чем их предков. Но в этом вопросе о весе и массе живого вещества мы также напрасно обращаемся к агрономической и зоотехнической литературе. Особенно бедна зоотехническая литература. Большой организм: хотя и взвешиваются, но средний вес биометрически правильный, нам почти неизвестен, за исключением рыб. Химический же состав больших культурных млекопитающих мало обращал на себя внимание.

Такое состояние наших знаний о весе культурного и дикого живого вещества должно быть принимаемо во внимание в тех данных о биогеохимической энергии размножения и роста, которые я в дальнейшем привожу.

Я не сомневаюсь, что время возьмет свое и биологи должны будут учитывать важный фактор — биогеохимическую энергию для решения чисто биологических вопросов как теоретического, так и прикладного значения.

217. Но в этом процесс образования ноосферы не кончается. Изменяется под влиянием деятельности человека жизнь гидросферы, Всемирного Океана, где, как мы знаем, сосредоточена главная масса живого вещества. Океан десятки тысяч лет тому назад давал пищу и создавал культуру для тысяч поколений приморского населения. Но силы человека, использовавшего живые богатства океана, были долгие поколения ничтожны перед мощью жизни в океане. Прошли десятки тысячелетий, прежде чем они стали заметными. С конца XIX столетия, со времени развития парового судоходства и захвата в конце XVIII в. исследованием всех океанов, когда выявилась гидросфера как единое целое, создания целых промысловых флотов для улова морских млекопитающих, птиц, рыб, ра-

кообразных и т.п., с одной стороны, а с другой — широкого развития искусственного рыбозаведения, организации устричных банок, картина жизни океанов начала быстро меняться. Веками существовавшие богатые места улова начали истощаться, и потребовалось международное соглашение и организация охраны для правильной эксплуатации морских богатств. Эти процессы выдержали варварские войны 1914—1918 и 1939 гг., продолжают и сейчас.

Из книги "Химическое строение биосферы Земли и ее окружения", 1939—1944 гг.
М.: Наука, 1987 г.

На будущее я смотрю очень оптимистично. Ноосфера есть реальная вещь.

Письмо Б.Л. Личкову. 2.II 1944 г. Мочалов, с. 376.

Ход истории пошел к объединению человечества, к *ноосфере* — будущему единству человеческой организации как единой планетной действенной структуре.

Хронология. 16.II 1944 г. Мочалов, с. 388.

Для меня ясно, что ноосфера есть планетное явление, и исторический процесс, взятый в планетном масштабе, есть тоже геологическое явление.

Письмо Г.В. Вернадскому от 11.IV 1944 г. Мочалов,
с. 382.

Я очень рад, что ты очень ярко и просто выразил мою мысль о ноосфере как синтезе природного и исторического процесса.

Ему же, от 11.VII 1944 г. Мочалов, с. 382.

В образной, художественной форме, как основную жизненную цель научного знания, Гете всего ярче выразил плод своего жизненного опыта во второй части "Фауста" (1830—1831). Высший смысл жизни Фауста он видел в овладении природой, силами науки для блага народных масс, в создании наукой, я бы сказал языком XX века, ноосферы.

Это казалось ему основной государственной задачей, которая для государственных деятелей его времени реально в таком виде почти не существовала.

Мысли и замечания о Гете как натуралисте. Тр. по всеобщ. ист. н. С. 273.

Привожу в порядок архив и подготавливаю канву для "Пережитого и передуманного" <...> Хотелось бы эту работу закончить и больше прожить в ноосфере.

Письмо Н.В. Вернадской-Толль от 13.IV 1944 г. Мочалов, с. 382.

ПРИМЕЧАНИЯ И ССЫЛКИ
К СТАТЬЕ "БИОСФЕРА И НООСФЕРА"
[В.И. ВЕРНАДСКОГО]

1. Понятие "биосферы", т.е. "области жизни", введено было в биологию Ламарком (1744—1829) в Париже в начале XIX века, а в геологию Эустом (1831—1914) в конце того же века. О биосфере см.: В.И. Вернадский. "Очерки геохимии", 4-е изд., указатель. М.; Л., 1934; "Биосфера", Л., 1926; франц. изд., Париж, 1929.

2. Замечательный ученый, петербургский академик Каспар Вольф (1733—1794), всю свою жизнь отдавший России, хотя и не русский по рождению, ярко выразил связь между организмами и средой в книге, напечатанной по-немецки в Санкт-Петербурге в 1789 г. — в год Великой французской революции под заглавием "Von d. eigenthüml. Kraft d. Vegetabl. Sowohl auch d. animal. Substanz als Erläuterung zu zwei Preisschriften über d. Nutritions-kraft" ("Об особенной и действенной силе, свойственной растительной и животной субстанциям"). Он опирался на Ньютона, а не на Декарта, как огромное большинство биологов в его время.

К сожалению, до сих пор оставшиеся после Вольфа рукописи не изучены и не изданы. В 1927 г. Комиссией по истории знаний при Академии наук СССР эта задача была поставлена, но не доведена до конца из-за постоянных изменений подхода Академии наук к изучению истории научного знания. В настоящее время эта работа в Академии сведена к минимуму, что не приносит ничего кроме вреда [8].

3. См. мою статью "Геологические оболочки Земли как планеты". Изв. АН СССР. Серия геогр. и геофиз. 6, 1942, с. 251. См. также: H. Spenser Jones. Life on Other Worlds, N.Y., 1940; R. Wildt, Proc. Amer. Philos. Soc., 81, 1939, p. 135.

Перевод последней книги, к сожалению неполный (что не оговорено), помещен в Астрономическом журнале, 17, вып. 5, 1940, с. 81 и след. Сейчас вышла в свет новая книга Вильдта "Geochemistry and the atmosphere of Planets", 1942.

К сожалению, она еще до нас не дошла.

В Биогеохимической лаборатории Академии наук в Москве, ныне переименованной в Лабораторию геохимических проблем [9] в сотруд-

ничестве с академическим же Институтом микробиологии (директор — чл.-корр. Академии наук *Б.Л. Исаченко*) мы поставили проблему о космической жизни еще в 1940 г. как текущую научную задачу. В связи с войной эта работа была приостановлена и будет возобновлена при первой возможности [10].

4. Следовало бы ее переиздать на русском языке с комментариями [11].

5. См.: "Очерки геохимии", с. 9, 288 и мою книгу "Проблемы биогеохимии", III (в печати) [12].

6. "Проблемы биогеохимии". III [12].

7. Слово "ноосфера" составлено из греческого "ноос" — разум и "сфера" в смысле оболочки Земли. Более детально я рассматриваю проблему ноосферы в 3-й части подготавливаемой для публикации книги "Химическое строение биосферы Земли и ее окружения" [13].

8. Любопытно, что я столкнулся при этом с забытыми мыслями оригинального баварского химика *Х. Шенбейна* (1799—1868) и его друга, гениального английского физика *М. Фарадея* (1791—1867). В начале 1840-х годов *Шенбейн* печатно доказывал, что в геологии должна быть создана новая область — геохимия, как он ее тогда же назвал (см.: *В. Вернадский*. Очерки геохимии, изд. 4-е М.; Л., 1934, с. 14, 290).

9. О значении КЕПС см.: *А.Е. Ферсман*. Война и стратегическое сырье. Красноуфимск, 1941, с. 48.

10. См. мою статью "Из воспоминаний: первый год Украинской Академии наук", которая готовится к печати в юбилейном сборнике, посвященном 25-летию Украинской академии наук [14].

11. Криптозойской эрой я называю, согласно современным американским геологам, например *Карлу Шухерту* (*C. Schuchert and C. Dunbar*. A Textbook of geology. Pt II. N.Y., 1941, p. 88.), тот период, который назывался раньше азойской или археозойской эрой. В криптозойской эре морфологическая сохранность остатков организмов сходит почти на нет и они отличаются от кембрия, но существование жизни здесь проявляется в виде органогенных пород, происхождение которых не вызывает ни малейших сомнений.

12. Биокосные тела — см.: *W.I. Vernadsky*. Problems of Biogeochemistry, II. Trans. Conn. Academ. Arts Sci. Vol. 35 (1944), p. 493—494. Таковы, например, почва, океан, огромное большинство земных вод, тропосфера и т.п.

13. Этот вопрос сейчас требует экспериментальной проверки. Проблема эта поставлена нами в план работ 1944 г. совместно с Палеонтологическим институтом Академии наук [15].

14. См. основную мою работу, указанную в прим. 7.

15. Нельзя здесь не отметить, что экспедиция, во время которой *Дана* пришел к своим выводам о цефализации, о коралловых островах и т.д., фактически исторически тесно связана с исследованиями Тихого океана — океаническими путешествиями русских моряков, главным образом *Крузенштерна* (1770—1846). См. *D. Gilman*. The life of J.D. Dana. N.J., 1889. Глава об экспедиции написана в этой книге

Ле-Контом. Работы *Ле-Конта* "Evolution", 1888 г. я не имел в руках. Он считал это главным своим трудом. О "психозойской эре" он указывает в своей книге "Elements of geology", 5-th ed., 1915, p. 293, 629. Его автобиография издана в 1903 г.: *W. Armes* (Ed.). The Autobiography of Josef Leconte. Биография и список трудов — см.: *H. Fairchild*. Bull. Geol. Soc. America, 26, 1915, p. 53.

Именно эти отчеты о путешествиях русских, изданные на немецком языке, заставили американца *Джона Рейнольдса* (адвоката) добиться организации такой же американской первой морской научной экспедиции. Он начал добиваться этого в 1827 г., когда появилось описание экспедиции *Крузенштерна* на немецком языке. Только в 1838 г., через одиннадцать лет, благодаря его настойчивости, эта экспедиция состоялась. Это была экспедиция *Уилькиса* (*Wilkes*), окончательно доказавшая существование Антарктики.

О Рейнольдсе см. указатель юбилейного издания: "Centenary Celebration of the Wilkes Exploring Expedition of the Unit. Stat. Navy 1838—1842". Proc. Amer. Philos. Soc. 1940, 82, N 5.

К сожалению, наши экспедиции первой половины XIX столетия в Тихом океане надолго прекратились — почти до самой революции — после императора *Александра I* (1777—1825) и графа *Н.П. Румянцева* (1754—1826), замечательного русского культурного деятеля, который на свой счет снарядил экспедицию на "Рюрик" (1815—1818). В советское время можно назвать экспедицию *К.М. Дерюгина* (1878—1936), драгоценные и научно важные материалы которой до сих пор только частью обработаны и совершенно не изданы. Они должны быть закончены [16]. Такое отношение к работе недопустимо. Зоологический институт Академии наук СССР должен исполнить этот свой научно-гражданский долг.

16. *D. Gilman*, l.c., p. 255.

17. Я и мои современники незаметно пережили резкое изменение в понимании окружающего нас мира. В молодости как мне, так и другим казалось — и мы в этом не сомневались, — что человек переживает только историческое время — в пределах немногих тысяч лет, в крайнем случае десятков тысяч лет. Сейчас мы знаем, что человек сознательно переживал десятки миллионов лет. Он пережил сознательно ледниковый период Евразии и Северной Америки, образование Восточных Гималаев и т.д. Деление на историческое и геологическое время для нас сейчас сглаживается.

18. В 1934 г. вышло последнее переработанное издание "Очерков геохимии" [17]. В 1926 г. появилось русское издание "Биосферы", в 1929 г. — ее французское издание [18]. В 1940 г. вышли мои "Биогеохимические очерки", (сокращенный перевод на английский язык II части опубликован под редакцией *Дж.Э. Хатчинсона* в Trans. Conn. Acad. Arts Sci. Vol. 35, 1944 [19], а с 1934 г. выходят в свет "Проблемы биогеохимии". Третий выпуск "Проблем биогеохимии" сдан в печать в этом году [20]. "Счерки геохимии" переведены на немецкий и японский языки.

19. Лекции *Ле-Руа* вышли тогда же по-французски в виде книги: E. le Roy. *L'exigence idéaliste et le fait d'évolution*. P., 1927, p. 196.

20. *A. Lotka*. *Elements of physical biology*. Balt., 1925, p. 406, foll.

21. *W.S. Churchill*. *Amid these storms. Thoughts and adventures*. 1932, p. 274.

Я вернусь к этому вопросу в другом месте [21].

22. Вопрос о биогеохимических функциях организма я излагаю во второй части своей книги "О химическом строении биосферы" (см. прим. 7).

КОММЕНТАРИИ

Часть I

БИОСФЕРА И НООСФЕРА

БИОСФЕРА

Настоящее издание "Биосферы" является 5-м (4-м русским). Оно подготовлено по 3-му изданию, опубликованному в V томе Избранных сочинений В.И. Вернадского (М.: Изд-во АН СССР, 1960) под редакцией С.М. Манской (4-е издание, вышедшее в 1967 г. в издательстве "Наука" под редакцией А.И. Перельмана, повторяет 3-е). В 3-е издание были включены дополнительные, по сравнению с 1-м (1926 г.), материалы, которые В.И. Вернадский подготовил для французского издания (Paris: Alcan, 1929). Текст настоящего издания сверен с оригиналами 1926 и 1929 гг.

В нижеследующих комментариях, помимо оценки на современном уровне цифровых и экспериментальных данных; автора, редколлегия попыталась дать библиографию упоминаемых в работе трудов других ученых. К сожалению, ряд работ разыскать не удалось. В таких случаях в комментарии отмечена только фамилия автора.

1. *Oddo G.* Die Molekularstruktur der radioaktive Atome // *Ztschr. anorg. Chem.* 1914, Bd. 63. S. 355—380.

2. *Harkins W.D.* The evolution of the elements // *J. Amer. Chem. Soc.* 1917. Vol. 39. P. 856—879.

3. *Thomson J.* Discussion on isotopes. (March 3, 1921) // *Proc. Roy. Soc. London, A.* 1921, Vol. 99. P. 87—94.

4. *Russel H.N.*, 1914 (см. более позднюю работу: The constitution and evolution of the stars // *Ann. Rep. Smith. Inst.* 1923. P. 145—158.).

5. *Pain C.H.* Stellar atmospheres // *Harvard Monogr.* 1925, N 1.

6. В этом разделе В.И. Вернадский формулирует основополагающий вывод о единстве химического состава всех тел Вселенной, опираясь на незадолго до 1926 г. опубликованные первые количественные данные о распространенности химических элементов в веществе Солнца и звезд. Все последующее развитие геохимии и космохимии подтвердило это положение, распространив его не только на элементный, но и изотопный состав. Необходимо только одно уточнение — "совпадение порядков их распространенности" (см. В.И. Вернадский. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1987. С. 66); точные величины распространенности элементов в веществе кор планет закономерно отличаются от их распространенности в "поверхностных частях небесных светил", отражая глубоко: процессы планетной дифференциации, специфические для разных космических тел, но эти различия, действительно, для подавляющего большинства элементов находятся в пределах порядка величины. Согласно современным взглядам для объяснения этого единства состава нет необходимости непосредственно привлекать процессы обмена веществ — оно, как мы думаем, отражает единство ядерной истории космического вещества; наблюдаемые иногда изотопные "аномалии" лишь подчеркивают это единство, выявляя значение локальных условий и стадий и недостаточно полной гомогенизации вещества.

7. *Moseley J.*, 1915 (см. его же: The high-frequency spectra of the elements. Pt II. // *Phil. Mag. Ser. 6*, 1914, Vol. 27, N 160. P. 703—713).

8. Ни одно из эмпирических обобщений В.И. Вернадского не поколеблено дальнейшим развитием науки.

9. *Pompecki J.*, 1927 (см. его же: *Alter der Erde.* Berlin: Ebering, 1926, 20 S.).

10. *Schuchert Ch.* *Historical Geology*, 1924.

11. По современным данным признаки жизнедеятельности организмов — морфологические остатки и особенности изотопного состава углерода — устанавливаются уже в древнейших известных горных породах возраста 3,6—3,8 млрд лет.

12. *Shapley H.* 1925 (см. более позднюю работу: *The Stars.* Chicago: Americ. Libr. Ass., 1927. 28 p.).

13. *Wiesner I.* Die Entstehung des Chlorophylls der Pflanze. Eine physiologische Untersuc-

hung. Wien. Hölder, 1877. 120 S.; Его же: Elemente der Wissenschaftlichen Botanik. Wien: Hölder, 1881, Bd. 1, 276 S. 1884, Bd. 2, 449 S.

14. Fischer M. American Scientist.

15. Süß E. Das Antlitz der Erde. Leipzig, 1883—1909. 1888 S.

16. Егунов М.А. Бактериальные общества // Тр. Варшавского об-ва естествоиспытателей. 1894—1895. Вып. 8; Его же: Сернистое железо и водная окись железа в почвах лиманов и Черного моря // Ежегодник по геологии и минералогии России. 1897. Т. 2. вып. 8. С. 157—180.

17. Исаченко Б.Л. (по-видимому, личное сообщение). См. более позднюю работу "Пурпурные серобактерии с нижних границ биосферы // Сб. к 70-летию В.Л. Комарова. М.: Изд-во АН СССР, 1939. С. 320—330.

18. Дерюгин К.М. 1926. (Материалы не изданы. См. В.И. Вернадский. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1987. С. 305.)

19. Приводим вывод формулы:

$$N_{\max} = 2^{n_{\max} \Delta}; \lg N_{\max} = n_{\max} \cdot \Delta \cdot \lg 2;$$

$$n_{\max} (\text{суток}) = \lg N_{\max} / \Delta \lg 2; t_{\max} (\text{с}) = 86400 \lg N_{\max} / \Delta \lg 2;$$

$$v = s / t_{\max}; s = \text{длина экватора} = 4,0075721 \cdot 10^9 \text{ см};$$

$$v = \frac{4,0075721 \cdot 10^9 \Delta \lg 2}{86400 \lg N_{\max}} = \frac{13962,926 \Delta}{\lg N_{\max}} \text{ см/с.}$$

20. Semper K., 1888 (см. его же: The natural conditions of life as they affect animal life. London: K.P. Trench, 1883. 474 p.).

21. Pierl et al., 1911—1912.

22. Приводим здесь вывод формулы.

Скорость передачи жизни — среднее время расселения организма (из единичного экземпляра) до полного покрытия Земли, пересчитанное на длину экватора:

$$v = s / t_{\max}; t_{\max} = 86400 \lg N_{\max} / \Delta \lg 2.$$

Максимальное число особей N_{\max} выражается через площадь Земли, деленную на минимально необходимую площадь для обеспечения "нормальной" жизни одной особи (семьи) (k):

$$N_{\max} = \frac{5,10064 \cdot 10^{18} \text{ см}^2}{k \text{ см}^2}.$$

Отсюда получается выражение:

$$v = \frac{s \Delta \lg 2}{86400 \lg N_{\max}} = \frac{4,0075721 \cdot 10^9 \cdot \Delta \lg 2}{86400 (\lg 5,10064 \cdot 10^{18} - \lg k)} = \frac{46383,936 \Delta \lg 2}{18,707625 - k} \text{ см/с.}$$

23. По современным данным (О.П. Добродеев, И.А. Суетова. Живое вещество Земли // Проблемы общей и физической географии и палеогеографии. М.: Изд-во МГУ, 1976. С. 26—58), количество живого вещества составляет величину порядка 10^{19} г (живой вес).

24. По современным данным (Добродеев, Суетова, 1978), первичная продукция зеленых растений (продуцентов) Земли составляет величину порядка 10^{18} г/год, учет продукции биомассы, создаваемой в трофических цепях консументами, увеличит эту цифру.

25. По современным данным (Добродеев, Суетова, 1976), биомасса и ежегодная продукция различных типов живых организмов суши и моря следующая (живой вес):

Биомасса, г	Суша	Море
Фитомасса	$6,5 \cdot 10^{18}$	
Фитопланктон		$0,9 \cdot 10^{15}$
Фитобентос		$0,2 \cdot 10^{15}$
Зоопланктон		$21,2 \cdot 10^{15}$
Зообентос		$6,6 \cdot 10^{15}$
Нектон		$1,0 \cdot 10^{15}$
Зоомасса	$0,006 \cdot 10^{18}$	
Все живое вещество	$6,5 \cdot 10^{18}$	$29,9 \cdot 10^{15}$
Первичная биопродукция, г/год	$4,5 \cdot 10^{17}$	$4,3 \cdot 10^{17}$

26. См. комментарий 25. Приводимые цифры продуктивности, если их взять в удельном выражении (годовая продукция на единицу веса живого вещества), составляют 0,69 г/год для растений суши и 391 г/год для фитопланктона и фитобентоса моря и полностью подтверждают этот вывод В.И. Вернадского.

27. *Loman M.*

28. *Keno L.*

29. *Пачоский И.К.*, 1903 (см. его же: Причерноморские степи. Ботанико-географический очерк. Одесса: "Славянская" типография, 1908. 42 с.).

30. *d'Azara F.*, 1781—1801. (См. его же: Geografica fisica y estética de Las provincias de Paraguay y misiones guaraníes. Montevideo, 1904.)

31. См. комментарий 25

32. *Engelman W.*

33. *Ahrrenius S.* (возможно, *Das Werden der Welten*, 1907); по современным данным (*М.И. Будыко*. Эволюция биосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 487 с.), солнечная постоянная равна 1368 Вт/м², что соответствует при альбедо 0,30 поглощению энергии, полученной Землей, 237 Вт/м² (при пересчете на площадь поверхности Земли — около $1 \cdot 10^{21}$ ккал/год).

34. Согласно данным Будыко (см. комментарий 33), земной поверхности достигает 157 Вт/м², т.е. около 66% общего количества солнечной энергии, поглощаемой Землей.

35. *Dangeard (Dangeart) P., Desroche P.*, 1910—1911. (См. более позднюю работу: *P. Dangeart* // *C.R. Acad. Sci. Paris*, 1928. Т. 186. P. 872 — см. *В.И. Вернадский*. Очерки геохимии. 7-е изд. М.: Наука, 1983, ссылка 128 на с. 354.)

36. *Brown T., Escombe R.* Согласно данным Будыко (см. комментарий 33), поглощение энергии при фотосинтезе составляет 0,20 Вт/м², т.е. около 0,1% количества солнечной энергии, приходящей на земную поверхность.

37. Логика В.И. Вернадского ведет, скорее, к выводу о постоянстве в течение геологической истории первичной биопродукции, а не биомассы; соотношение этих двух параметров для разных типов зеленых растений разное; в эволюции видов постоянство биопродукции контролируется, как доказывает В.И. Вернадский, доступностью солнечной радиации, а биомасса должна была в определенных пределах, по-видимому, расти.

38. *Dumas J., Boussingault J.B.* Essai de statique chimique des êtres organiques. Paris, 1844.

39. *Süss E.* Die Entstehung der Alpen. 1875.

40. *Murray J.* Oceans. London, 1910.

41. *Sieberg A.* Geologische, physikalische und angewandte Erdbelenkunde. Jena: Fisher, 1923. 572 S.

42. *Mohorovičić A.* Das Beben vom 8.X 1909 // *Jahrb. Meteorol. Observ. Zagreb*, 1910, Jahrg. 9, Teil IV, Abschn. 1. S. 1—63; *Mohorovičić S.* Die reduzierte Laufzeitkurve und die Abhängigkeit der Herdtiefe eines Bebens von der Entfernung des Inflexions — punkted der Laufzeitkurve // *Gerl. Beitr. Geophys.* 1915, Bd. 14. S. 187—205.

43. В настоящее время предпочтительней считается модель симы (верхней мантии), согласно которой ее вещество аналогично по химическому составу ультраосновным магматическим породам.

44. Согласно современным данным, из верхней мантии в земную кору непрерывно поступает энергия за счет теплого потока, однако, величина его, в особенности для областей континентальной коры, невелика по сравнению с темпом генерации радиогенного тепла в самой коре; при этом суммарный поток энергии к земной поверхности из мантии и коры (~0,06 Вт/м²) на пять порядков меньше потока солнечной энергии и практически не влияет на энергетику поверхностных процессов. Поступающее из мантии на поверхность Земли с базальтовыми магмами количество тепла составляет небольшую его долю, выносимого за счет теплового потока. Если говорить о прямом влиянии этих проявлений глубинного вещества и энергии на процессы в биосфере, вызываемые внешним источником энергии, то оно, несомненно, теряется на их фоне, как и полагал В.И. Вернадский.

45. Вывод о разном уменьшении содержания радиоактивных элементов с глубиной в Земле полностью подтверждается современными данными.

46. См. комментарий 42

47. *Bridgmen P.W.* The compressibility of several agrifical and natural glasses // *Amer. J. Sci.*, Ser. 5, 1925, Vol. 10. P. 359—367.

48. *Jeffreys H.* The Earth: its origin, history and physical constitution. Cambridge Univ.

Press, 1924. 278 p. (см. русский перевод 4-го издания: Г. Джеффрис. Земля. Ее происхождение, история и строение. М.: Изд-во иностр. лит. 1966); *Mohorovičić S.* (см. комментарий 42).

49. *Daly R.* Our mobile Earth. N.Y., 1923.

50. *Adams L., Williamson E.*, 1925 (см.: *Williamson E.D., Adams L.H.* Density distribution in the Earth // J. Wash. Acad. Sci., Vol. 13. P. 413—428).

51. Согласно современным моделям (см., например, *В.Н. Жарков*. Внутреннее строение Земли и планет. 2-е изд. М.: Наука, 1983. 415 с.) верхняя часть континентальной коры до глубины приблизительно 20 км (гранитно-метаморфический слой) имеет плотность около 2,7 г/см³, нижняя часть континентальной коры до глубины приблизительно 40 км (гранулит-базитовый слой) — около 2,9 г/см³, вещество верхней мантии — более 3,3 г/см³.

52. В лекциях по геохимии, прочитанных В.И. Вернадским в Академии наук (см.: *В.И. Вернадский*. Очерки геохимии. 7-е изд. М.: Наука, 1983, ссылка 112 на с. 353).

53. *Cara M.*

54. *Eddington A.S.* The internal constitution of the stars. Cambridge Univ Press, 1926. 407 p.

55. *Tiring F.*, 1925.

56. *Adams W.*, 1925.

57. *Gutenberg B.* Der Aufbau der Erdkruste auf Grund geophysikalischer Betrachtungen // Z. Geophys. 1924. Bd. 1. S. 94—108.

58. Более новый вариант земных оболочек см.: *В.И. Вернадский*. Очерки геохимии, 7-е изд. М.: Наука, 1983.

59. *Шеврёйль М.* Сейчас известны термофильные бактерии, существующие и живущие при температурах, превышающих 100° С.

60. *Pfeffer W.* Pflanzenphysiologie: Ein Handbuch der Stoffwechsels und Kraftwechsels in der Pflanze. Leipzig: Engelmann, 1881. Bd. 1: 383 S.; Bd. 2: 474 S.

61. *Bottomley J.*

62. Согласно современным данным (*Е.А. Романкевич*. Геохимия органического вещества в океане. М.: Наука, 1977. 253 с.), среднее содержание растворенного органического углерода в воде Мирового океана составляет $1,36 \cdot 10^{-4}$ %, а общая масса — около $1,9 \cdot 10^{12}$ т.

63. *Meyer R.*, 1870-е.

64. См. комментарий 11.

65. *Vinogradsky S.* Ueber Eisenbakterien // Botan. Zeitung. 1888. Bd. 46, N 17. S. 261—276.

66. *Reinke J.* Einleitung in die theoretische Biologie. Berlin: Pachtel, 1901, 637 S.

67. *Холодный Н.Г.* (по-видимому, личное сообщение).

68. *Ward M.*

69. *Osborn F.*

70. *Duclaux M.*

71. *Christen M.*

72. *Zetnow M.*

73. *Омелянский В.Л.* (по-видимому, личное сообщение; см. более позднюю работу: Основы микробиологии. 8-е изд. Л., 1936).

74. *Макфайден С.*

75. *Becquerel P.*

76. *Тамман Г.Г., Хлопин В.Г.* Влияние высоких давлений на микроорганизмы // Вестн. общ. гигиены, судебн. и практ. медицины, авг.—сент. 1903. 51 с.

77. *Becquerel M.*

78. *Bargagli Perucci M.*, 1914.

79. *Безредка А.М.* Местная иммунизация. Перев. с франц. (Soc. d'editions Sci. France — Russie, 1925).

80. Согласно современным данным, ацидофильные тионовые бактерии не только живут в 0,1 н. растворах серной кислоты, но и сами ее образуют, окисляя самородную серу и сульфидные минералы.

81. *Фесенков В.Г.* 1923—1925 (по-видимому, личное сообщение; см. более позднюю работу: Внешняя атмосфера // Астроном. журнал. 1939. Т. 16, вып. 6. С. 57—62).

82. *Фабри С., Бюссон.*

83. *Клоссовский А.В.* 1910 (см. его же: Основы метеорологии, 2-е изд. Одесса: Mathesis, 1914. 511 с.

84. *Mengel O.* 1922 (см. его же: Caractere climatique de Fontromen et la Mont-Louis. Riré

des conditions générales de la circulation de l'atmosphère dans Les Pyrénées — Orientales. Paris: Office nat. météor. (Chiron, 1923, 13 p.).

85. *Fleming M.*

86. См. комментарий 73.

87. *Wollaston*, 1923.

88. *Hingson M.*, 1925.

89. Максимальная глубина океана, установленная к настоящему времени в Марианском желобе, составляет 11022 м.

90. В настоящее время присутствие живых организмов установлено вплоть до самых больших глубин океана (11000 м).

91. *Hasselman M.*

92. *Шокальский Ю.* Океанография. Петроград, 1917. 611 с.

93. *Hjort M.* (Hjorth J.)

94. *Allen A.*, 1919.

95. *Жермен Л.*, 1924.

96. *Johnston J.*, 1911.

97. *Murrey J., Irvine P.* Trans. Edinburg Roy. Soc., 1895. Vol. 37. P. 725.

98. *Перфильев Б.В., Буткевич В.С., Исаченко Б.Л.*, 1926—1927 (по-видимому, личное сообщение).

ЭВОЛЮЦИЯ ВИДОВ И ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО

Настоящее издание этой работы В.И. Вернадского является 4-м (1-е в журн. "Природа", 1928; 2-е — в книге "Биогеохимические очерки", М., Л., 1940; 3-е — в V томе Избранных сочинений В.И. Вернадского, М.: Изд-во АН СССР, 1960). Текст подготовлен по последнему прижизненному изданию 1940 г.

1. В 1-м издании (1928) этой работы В.И. Вернадский применил термин "механизм биосферы". Он же фигурирует в подготовленном к печати и дошедшем до сигнального номера, но в свет не выпущенном сборнике "Живое вещество" (М., Л., 1930 г.), что и отмечает автор во всех случаях, когда вместо этого термина он впоследствии употребляет термин "организованность биосферы".

В исследовании "Научная мысль как планетное явление", написанном В.И. Вернадским в 1936—1938 гг., на стр. 15 он поясняет разницу в этих понятиях. "Организованность не есть механизм. Организованность резко отличается от механизма тем, что она находится непрерывно в становлении, в движении всех ее самых мельчайших материальных и энергетических частей. В ходе времени — в обобщениях механики и в упрощенной модели — мы можем выразить организованность так, что никогда ни одна из ее точек (материальных или энергетических) не возвращается, закономерно не попадает в то же место, в ту же точку биосферы, в какой когда-нибудь была раньше. Она может в нее вернуться лишь в порядке математической случайности, очень малой вероятности" (см. *В.И. Вернадский.* Размышления натуралиста. Кн. 2. Научная мысль как планетное явление. М.: Наука, 1977. С. 15).

НАЧАЛО ЖИЗНИ И ЭВОЛЮЦИЯ ВИДОВ

Работа была написана в 1930 г. Настоящее издание этой работы В.И. Вернадского является вторым. Впервые она была опубликована в книге "Биогеохимические очерки" (М., Л., 1940 г.). Подготовлена по изданию 1940 г.

БИОСФЕРА И НООСФЕРА

В 1934 г. В.И. Вернадский начал публиковать серию своих трудов под общим названием "Проблемы биогеохимии". Выпуск I носил название "Значение биогеохимии для изучения биосферы", в 1935 г. этот выпуск вышел вторым изданием с несколько измененным названием "Значение биогеохимии для познания биосферы", которое так за ним и сохранилось. Выпуск II "О коренном материально-энергетическом отличии живых и косных естественных тел биосферы" вышел в свет в 1939 г. Выходили эти выпуски отдельными брошюрами, на обороте которых сообщалось — какие еще выпуски готовятся автором для печати. Выпуск III несколько раз менял название. В первом анонсе он назван "О состояниях физического пространства". Под этим названием он был

сдан в издательство Академии наук, однако в те годы (1938) из печати так и не вышел и остался среди рукописей В.И. Вернадского уже не как выпуск III, а как самостоятельная работа. Выпуск III стал называться "О геологическом значении симметрии". Но и эта рукопись осталась неопубликованной, а выпуск III окончательно оформился под названием "О геологическом значении симметрии, на фоне роста науки XX столетия". Эта работа была закончена автором в феврале 1943 г. и вышла в свет уже после его смерти в сборнике "Проблемы биогеохимии" (XVI т. Трудов Биогеохимической лаборатории, 1983 г.). В этот же сборник вошли и последующие выпуски: IV — "О правизне и левизне" (М.; Л., 1940); V — "О количественном учете химического атомного состава биосферы" (М., 1940); VI — "О ноосфере" (вышел в свет в 1945 г. в журн. "Успехи современной биологии" (т. 18, вып. 2) под названием "Несколько слов о ноосфере", но уже без упоминания, что это VI выпуск "Проблем биогеохимии").

Придавая особое значение своим идеям, заложенным в выпусках втором и шестом ["О коренном материально-энергетическом отличии живых и косных естественных тел биосферы" и "Несколько слов о ноосфере"], Владимир Иванович обе эти работы, после их опубликования, посылал своему сыну Г.В. Вернадскому — профессору русской истории Йельского университета в США. Выпуск II был опубликован в журн. "Trans. Conn. Acad. Arts. Sci." (1944, N 35, p. 483—517) в переводе Г.В. Вернадского.

Статья "Несколько слов о ноосфере" была переведена на английский язык Г.В. Вернадским и отрецензирована другим Г.В. и горячим поклонником В.И. Вернадского американским геохимиком профессором Е. Хатчинсоном (Hutchinson) и сдана для печати в журнал "American Scientist".

Для пояснения дальнейшей судьбы этих двух работ В.И. Вернадского приводим письмо Г.В. Вернадского от 1 декабря 1944 г.

"Дорогой папочка,

Я тебе уже писал, что прошлым летом я перевел твою статью о ноосфере на английский язык и что профессор Hutchinson проверил мой перевод и передал в редакцию журнала "American Scientist". Вчера меня вызвал редактор журнала профессор Baitzell и сказал, что статья пойдет в январском номере. Так как "American Scientist" самый распространенный научный журнал здесь, и круг читателей его значительно шире, чем круг читателей "Transactions of the Connecticut Academie", где была помещена твоя работа "Problems of Biogeochemistry II", то редакция решила предпослать статье о ноосфере краткое изложение "Problems of Biogeochemistry". Таким образом, статья будет называться "The biosphere and the Noösphere". К сожалению, Baitzell по каким-то соображениям перенес две страницы из статьи о ноосфере в первую часть (о биосфере), находя, что так будет понятнее для читателя. Hutchinson был против этого, но мы с ним обоим решили согласиться на требование редактора, так как ничего другого нельзя было сделать. Я сверил еще раз перевод ноосферы с русской рукописью, все, кажется, в порядке. Сегодня я вернул Hutchinson'у английскую рукопись.

Обнимаю крепко.
Любящий Георгий".

Как можно судить по приведенному письму, статья "Биосфера и ноосфера", опубликованная в журнале "American Scientist", является удачным соединением двух выпусков "Проблем биогеохимии", которым сам В.И. Вернадский придавал особенно большое значение.

Перевод для данного сборника с английского текста выполнен д-ром геол.-минерал. наук В.П. Волковым.

1. В.И. Вернадский. 1. Проблемы биогеохимии. 2. О коренном материально-энергетическом отличии живых и косных естественных тел биосферы. М.; Л., 1938.

2. Редактор американского издания проф. Бейтзел.

3. В.И. Вернадский неоднократно указывал на свойство живых организмов синтезировать одну из симметричных форм молекул органических соединений (в противоположность абиогенному синтезу, при котором равновероятно возникают обе формы — правая и левая), справедливо считая это одним из ярких проявлений специфики биохимических процессов. Это явление было для В.И. одной из важнейших иллюстраций принципиальных изменений, вносимых жизнью в естественные физико-химические процессы.

4. По-видимому, В.И. Вернадский подчеркивает отсутствие эволюционной связи между косными телами в смысле их происхождения из единого "простейшего" объекта.

5. Современные данные показывают, что изотопные эффекты характеризуют и неорганические реакции, однако, с одной стороны, количественно их роль с ростом температуры (глубины в земной коре) резко падает, а с другой — максимальные изотопные эффекты достигаются именно в низкотемпературных условиях в биосфере при активном участии организмов.

6. Исследования, выполненные с использованием автоматических межпланетных станций, не выявили прямых признаков жизни на Марсе, хотя и не исключали ее полностью, а также установили, что условия на поверхности Венеры (температура около 500° С, присутствие в составе атмосферы химически активных газов) не соответствуют нашим "земным" представлениям о возможности существования там каких-либо форм жизни.

7. Нет необходимости комментировать эту мысль В.И. Вернадского — 12 апреля 1961 г. Ю.А. Гагарин впервые в истории человечества совершил космический полет, а 20 июля 1969 г. первый человек — Н. Армстронг — ступил на Луну.

8. В Академии наук в 1932 г. комиссия по истории знаний была преобразована в Институт истории науки и техники, просуществовавший до 1937 г. В 1945 г. при Академии наук начал работать Институт истории естествознания, на базе которого в 1953 г. создан Институт истории естествознания и техники АН СССР, но работы К. Вольфа изучены и изданы не были.

9. С 1947 г. Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского АН СССР.

10. Задуманная В.И. Вернадским работа не была осуществлена.

11. Эта работа не сделана.

12. Очерк III под названием "О состоянии пространства в геологических явлениях Земли. На фоне роста науки XX столетия" впервые был опубликован в полном издании "Проблем биогеохимии" (Труды Биогеохимической лаборатории, т. XVI. М.: Наука, 1980).

13. Этот план В.И. Вернадскому осуществить не удалось; при издании книги "Химическое строение биосферы Земли и ее окружения" в 1965 г. (2-е издание вышло в 1987 г.) вместо ненаписанной 3-й части помещена статья "Несколько слов о ноосфере" (Успехи современной биологии, 1944, т. XVIII, вып. 2).

14. Эта статья не была опубликована.

15. Результаты этой работы были частично опубликованы А.П. Виноградовым в статье "Микроэлементы и задачи науки (об уровнях содержания микроэлементов в растениях в связи с их систематическим положением)" // *Агрохимия*, 1965, N 8: "... химический элементарный состав является одним из видовых признаков организмов". См. *А.П. Виноградов. Биосфера. // Советская наука и техника за 50 лет. Развитие наук о Земле в СССР*. М.: Наука, 1967.

16. Эта работа не сделана.

17. С небольшими изменениями "Очерки геохимии" опубликованы в I томе избранных сочинений В.И. Вернадского (М.: Изд-во АН СССР, 1954); в 1983 г. вышло 7-е (4-е русское) издание "Очерков" (М.: Наука), выверенное по последнему прижизненному изданию 1934 г.

18. 2-е русское издание "Биосферы" вышло в V томе избранных сочинений В.И. Вернадского (М.: Изд-во АН СССР, 1960) и в книге В.И. Вернадского "Биосфера" (Избранные труды по биогеохимии). М.: Наука, 1967.

19. Некоторые из биогеохимических очерков вошли в книгу В.И. Вернадского "Проблемы биогеохимии" (Труды Биогеохимической лаборатории, т. XVI. М.: Наука, 1980).

20. См. комментарий 11.

21. По-видимому, этот замысел не был осуществлен.

Часть II

ФРАГМЕНТЫ ИЗ НАУЧНЫХ ТРУДОВ, ДНЕВНИКОВ И ПИСЕМ

При подготовке текста этой части книги были использованы многочисленные опубликованные труды В.И. Вернадского, дневниковые записи, обширная его переписка, некоторые заметки и письма, хранящиеся в Архиве АН СССР в фонде ученого и пока неопубликованные. Но таких не много. Главным источником подборки послужили фрагменты из книг: "Химическое строение биосферы Земли и ее окружения" (2-е изд., М.: Наука, 1987), "Размышления натуралиста". Кн. 2 (М.: Наука, 1977), из работ, собранных в книге "Очерки и речи" (1922 г.), а также из писем жене, сыну, дочери, А.Е. Ферсману, Б.Л. Личкову и многим другим. Все конкретные ссылки указаны в тексте.

Приводим список принятых сокращений названий этих источников.

ААН, ф....., оп.... N...	Архив АН СССР, фонд..., опись..., ед. хр.
Стр. автобиогр....	<i>В.И. Вернадский</i> . Страницы автобиографии. М.: Наука, 1981.
Тр. по всеобщ. ист. н.	<i>В.И. Вернадский</i> . Труды по всеобщей истории науки. М.: Наука, 1988.
Избр. тр. по ист. н.	<i>В.И. Вернадский</i> . Избранные труды по истории науки. М.: Наука, 1981.
Философские мысли	<i>В.И. Вернадский</i> . Философские мысли натуралиста. М.: Наука, 1988.
Оч. и речи	<i>В.И. Вернадский</i> . Очерки и речи, I, II. Пг.: Науч. лим.-тех. изд-во, 1922.
Переписка, I	Переписка В.И. Вернадского с Б.Л. Личковым. 1918—1939. М.: Наука, 1977.
Переписка, II	Переписка В.И. Вернадского с Б.Л. Личковым. 1940—1944. М.: Наука, 1980.
Мочалов	<i>Мочалов И.И.</i> В.И. Вернадский. М.: Наука, 1982.
Избр. соч.	<i>Вернадский В.И.</i> Избранные сочинения. М.: Изд-во АН СССР, 1954—1960.
Тр. Биогеохим. лабор.	Труды Биогеохимической лаборатории АН СССР.
Письма	Письма В.И. Вернадского А.Е. Ферсману. М.: Наука, 1988.
Изв. АН	Известия Академии наук

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Агассиц, Agassius (Agassii) Жан Луи Родольф* (1807—1873) — швейцарский естествоиспытатель, ученик и последователь Ж. Кювье, иностр. чл.-корр. Петерб. АН (1869) 147, 190, 237
- Адамс (Adams) Лисон Хеберлинг* (1887 — ?) — американский геофизик и геохимик 63
- Адамс (Adams) Уолтер Сидни* (1876—1956) американский астроном 66
- Азара, Асара (Azara) Фелис де* (1746—1811) — испанский топограф, натуралист и географ 46
- Александр I* (1777—1825) — российский император с 1801 г. 245
- Александр Македонский* (356—323 до н.э.) — царь Македонии с 336 г. до н.э., полководец 204, 210
- Александр Павел Карлович* (ок. 1870—1913) — ученик и ассистент В.И. Вернадского 163
- Аллен (Allen) А.* (1838--1921) — американский зоолог 96
- Амьер (Amrège) Андре Мари* (1775—1836) — французский физик и математик, один из основоположников электродинамики, иностр. чл. Петерб. АН (1830) 204
- Аристотель* (384—322 до н.э.) — древнегреческий философ и ученый 212, 214
- Армс (Armes) У.* 245
- Аррениус (Arrhenius) Сванте Август* (1859—1927) — шведский ученый, один из основателей физической химии, иностр. чл.-корр. Петерб. АН (1903), иностр. поч. член АН СССР (1925). Ноб. пр. (1903) 48, 49, 51, 137
- Архимед* (ок. 287—212 до н.э.) — древнегреческий ученый 40
- Безредка Александр Михайлович* (1870—1940) — русский микробиолог, ученик И.И. Мечникова 83
- Беккерель (Becquerel) Антуан Анри* (1852—1908) — французский физик. Ноб. пр. (1903) 204, 220
- Беккерель (Becquerel) М.* 83
- Беккерель (Becquerel) П.* 82
- Бергсон (Bergson) Анри* (1859—1941) — французский философ. Ноб. пр. (1927) 126, 234
- Бернар (Bernard) Клод* (1813—1878) — французский физиолог и патолог, иностр. член Петерб. АН (1860) 53
- Боляй, Бойаи (Bojyai) Янош* (1802—1860) — венгерский математик 218
- Бор (Bohr) Нильс Хенрик Давид* (1885—1962) — датский физик, один из создателей современной физики, иностр. член АН СССР (1929). Ноб. пр. (1922) 66
- Боттомлей (Bottomley) Т.* 73
- Браге (Brahe) Тухо* (1546—1601) — датский астроном 177
- Брентано (Brentano) Луио* (1844—1931) — немецкий экономист, иностр. чл.-корр. Петерб. АН (1895) 148
- Брестед* 195
- Бриджмэн (Bridgman) Перси Уильямс* (1882—1961) — американский физик и философ. Ноб. пр. (1946) 61
- Броун, Браун (Brown) Т.* 49
- Буссенго (Boussingault) Жан Батист* (1802—1887) — французский химик, один из основоположников агрохимии 49, 54, 75
- Буткевич Владимир Степанович* (1872—1942) — советский физиолог растений и биохимик, чл.-корр. АН СССР (1925) 105
- Бэр Карл Максимович (Карл Эрнст)* (1792—1876) — русский естествоиспытатель, основатель эмбриологии, акад. Петерб. АН 32, 52, 53
- Бюссон Г.* 87
- Бюффон (Buffon) Жорж Луи Леклерк* (1707—1788) — французский естествоиспытатель, иностр. поч. член Петерб. АН (1776) 32, 147, 237
- Вавилов Николай Иванович* (1887—1943) — русский и советский географ, биолог, генетик, акад. АН СССР (1929) 208
- Вернадская Наталья Егоровна* (1860—1943) — жена В.И. Вернадского 154, 155
- Вернадская-Толль Нина Владимировна* (1899—1986) — врач-психиатр, дочь В.И. Вернадского 233, 242
- Вернадский Георгий Владимирович* (1887—

- 1973) — историк, сын В.И. Вернадского 139, 234, 235, 242
- Визнер (Wiesner) И. (Ю.)* — австрийский физиолог растений, ботаник 24
- Вильямсон, Уильямсон (Williamson) Е. 63*
- Виноградский Сергей Николаевич (1856—1953)* — русский микробиолог, чл.-корр. Петерб. АН (1894), поч. чл. Российской АН (1923) 75, 83
- Вихерт (Wiechert) Иоганн Эмиль (1861—1928)* — немецкий сейсмолог 58
- Водозовов Василий Васильевич (1864—1933)* — русский публицист, юрист и экономист, товарищ В.И. Вернадского по СПб. университету 158
- Володин Александр Григорьевич (1856—1971)* — русский и советский геолог и палеонтолог, чл.-корр. АН СССР (1939) 234
- Вольф (Wolff) Каспар Фридрих (1733—1794)* — немецкий естествоиспытатель, один из основоположников эмбриологии, акад. Петерб. АН (1767) 243
- Гальвани (Galvani) Луиджи (1737—1798)* — итальянский анатом и физиолог, один из основателей учения об электричестве 204
- Гаркинс (Harkins) Вильям Д. (1873 — после 1931)* — американский химик 12
- Гассельман (Gasselman) М. 92*
- Гатти (Gatti) Аттилио 182*
- Гельмгольц (Helmholtz) Герман Людвиг Фердинанд (1821—1894)* — немецкий естествоиспытатель, иностр. чл.-корр. Петерб. АН (1868) 137
- Гершель (Herschel) Уильям (Фридрих Вильгельм) (1738—1822)* — английский астроном, оптик, иностр. поч. чл. Петерб. АН (1789) 217
- Гесс, Хесс (Hess) Виктор Франц (1883—1964)* — австрийский физик. Ноб. пр. (1936) 14
- Гете (Goethe) Иоганн Вольфганг (1749—1832)* — немецкий поэт и мыслитель, иностр. поч. чл. Петерб. АН (1826) 149, 242
- Гиббс (Gibbs) Джозайя Уиллард (1839—1903)* — американский физик, один из создателей термодинамики и статистической механики 63, 64, 122
- Гилман (Gilman) Д. 244*
- Гиппарх (ок. 180 или 190—125 до н.э.)* — древнегреческий астроном 210
- Глэшэр Ж.* — аэронавт 89
- Гревс Иван Михайлович (1860—1941)* — русский историк, друг В.И. Вернадского со студенческих лет 179
- Гумбольдт (Humboldt) Александр фон (1769—1859)* — немецкий естествоиспытатель, географ и путешественник, иностр. поч. чл. Петерб. АН (1818) 32, 89
- Гутенберг (Gutenberg) Еено (1889—1960)* — американский геофизик 70
- Гутенберг (Gutenberg) Иоганн (1400—1468)* — немецкий изобретатель книгопечатания 204
- Гюйгенс (Huygens) Христиан (1629—1695)* — нидерландский механик, физик, математик 144
- Дана, Дэна (Dana) Джеймс (1813—1895)* — американский геолог и минералог, иностр. чл.-корр. Петерб. АН (1858) 147; 152, 186, 187
- Данбер (Dunber) А.* — геолог 139, 244
- Данжер (Dungeart, Daungeard) П. 48*
- Дарвин (Darwin) Чарльз Роберт (1809—1882)* — английский естествоиспытатель, биолог, иностр. чл.-корр. Петерб. АН (1867) 32, 120, 146, 147, 190, 204
- Декарт (Descartes) Рене (1596—1650)* — французский философ, математик, физик и физиолог 243
- Дели, Дэйлу (Daly) Режинальд Олдуорт (1871—1957)* — американский геолог и петрограф, иностр. чл.-корр. АН СССР (1929) 63
- Дерош (Desroche) 48*
- Дерюжин Константин Михайлович (1878—1936)* — русский зоолог и гидробиолог 31, 245
- Диофант Александрийский (ок. 3 века)* — древнегреческий математик 210
- Джонс (Jones) Харолд Спенсер (1890—1960)* — английский астроном 243
- Джонстон (Johnston) Д. 100*
- Докучаев Василий Васильевич (1846—1903)* — русский минералог, основоположник научного почвоведения 202, 204
- Дюкло (Duclaux) Пьер Эмиль (1840—1904)* — французский микробиолог и химик 82
- Дюма (Dumas) Жан Батист Андре (1800—1884)* — французский химик, иностр. чл.-корр. Петерб. АН (1845) 54, 75, 146
- Евклид (3 век до н.э.)* — древнегреческий математик 218
- Егунов М. А. 30*
- Жеффрейс, Джеффрис (Jeffreys) Харольд (род. 1891)* — английский астроном и геофизик 62
- Жермен Л. 98*
- Жиров Константин Константинович (1913—1917)* — советский геохимик 232

Землер К. 35

Зибберг (Sieberg) А. — немецкий геолог 58
Юсс (Suess) Эдуард (1831—1914) — австрийский геолог, иностр. чл.-корр. (1887) и иностр. поч. чл. (1901) Петерб. АН 30, 31, 57, 58, 55, 64, 114, 230, 243

Исаченко Борис Лаурентьевич (1871—1948) — русский и советский микробиолог и ботаник, один из основателей морской микробиологии, акад. АН СССР (1946) 30, 105, 244

Ирвин (Irving) Ф. 105

Каллизо М. — французский аэронавт 89
Кант (Kant) Иммануил (1724—1804) — немецкий философ, иностр. поч. чл. Петерб. АН (1794) 114, 159

Кара (Cara) М. 65

Кельвин (Kelvin), Томсон Уильям (1824—1907) — английский физик, иностр. поч. чл. Петерб. АН (1896) 137

Клоссовский Александр Викентьевич (1846—1917) — русский метеоролог, чл.-корр. Петерб. АН (1909) 88

Книпович Николай Михайлович (1862—1939) — русский и советский зоолог, поч. чл. АН СССР (1935) 30, 180
Колумб (лат. Columbus, итал. Colombo, исп. Colón) Христофор (1451—1506) — мореплаватель 169

Коперник (Kopernik, Copernicus) Николай (1473—1543) — польский астроном 169, 204

Костер (Coster) Лоренц (XV век) 207

Крачковский Игнатий Юлианович (1883—1951) — русский и советский востоковед, арабист, акад. АН СССР (Российской АН с 1921) 235

Крузенштерн Иван (Адам) Федорович (1770—1846) — русский мореплаватель, чл.-корр. (1803), поч. чл. (1806) Петерб. АН 244

Крукс (Crookes) Уильям (1832—1919) — английский физик и химик 66

Кэно, Кено Л. — французский биолог 45
Кювье (Cuvier) Жорж (1769—1832) — французский зоолог, иностр. поч. чл. Петерб. АН (1802) 111, 120, 121

Кюри (Curie) Пьер (1859—1906) — французский физик. Ноб. пр. (1903) 204

Лавуазье (Lavoisier) Антуан Лоран (1743—1794) — французский химик 53, 146, 204

Ламарк (Lamarck) Жан Батист (1744—1829) — французский естествоиспытатель 55, 146, 243

Лаплас (Laplace) Пьер Симон (1749—1827) — французский астроном, физик

и математик, иностр. поч. чл. Петерб. АН (1802) 61, 220

Левенгук (Leuvenhoeek) Антони ван (1632—1723) — нидерландский натуралист 217
Ле-Конт, Леконт (Le Cont) Д. (1823—1901) — французский геолог 147; 237, 245

Ле Руа, Леруа (Le Roy) Эдуар (1870—1954) — французский философ и математик 149, 178—180, 229, 234, 246

Либих (Liebig) Йоганн Юстус (1803—1873) — немецкий химик, один из создателей агрохимии, иностр. чл.-корр. Петерб. АН (1830) 75

Линней (Linné) Карл (1707—1778) — шведский естествоиспытатель, создатель системы растительного и животного мира, первый президент Шведской АН (1739), иностр. поч. чл. Петерб. АН (1754) 32, 126, 204

Личков Борис Леонидович (1888—1966) — русский и советский геолог, друг В.И. Вернадского 176—179, 230, 232, 242

Лобачевский Николай Иванович (1792—1856) — русский математик, создатель неевклидовой геометрии 218

Ломан 41

Лотка (Lotka) Альфред — американский математик и биофизик 131, 149, 246

Лоуэлл (Lowell) Персиваль (1855—1916) — американский астроном 114

Лосмидт (Loschmidt) Йозеф (1821—1895) — австрийский физик 30, 38

Лузин Николай Николаевич (1883—1950) — русский и советский математик, акад. АН СССР (1929) 230

Майер (Mayer) Юлиус Роберт (1814—1878) — немецкий естествоиспытатель, врач 73, 113

Максвелл (Maxwell) Джеймс Клерк (1831—1879) — английский физик, создатель классической электродинамики 204

Макрэдди М. — американский аэронавт 89
Майфайден С. 82

Маркс (Marx) Карл (1818—1883) — основоположник научного коммунизма 180, 230, 232

Менгель (Mengel) О. 88

Менделеев Дмитрий Иванович (1834—1907) — русский химик, педагог и общественный деятель, чл.-корр. Петерб. АН (1876) 20, 204

Меррей (Murray) Джон (1841—1914) — английский океанограф и естествоиспытатель, чл.-корр. Петерб. АН (1897) 57, 105

Мозли (Moseley) Генри Гвен Джеффрис (1887—1915) — английский физик 20

Мохоровичич (Mohorovičić) Андрей (1857—1936) — югославский сейсмолог, отец 58
Мохоровичич (Mohorovičić) С. — югославский сейсмолог, сын 58, 61, 62

Нернст (Nernst) Вальтер Фридрих Герман (1860—1941) — немецкий физик и физико-химик, один из основателей современной физической химии, иностр. поч. чл. АН СССР (1927). Ноб. пр. (1920) 14
Ньютон (Newton) Исаак (1643—1727) — английский физик и математик 48, 204, 243

Оддо (Oddo) Г. 12

Окен (Oken) Лоренц (наст. фамилия Оккенфус) (1779—1851) — немецкий естествоиспытатель и натурфилософ 55
Ольденбург Сергей Федорович (1863—1934) — русский и советский востоковед, акад. Петерб. АН (1900), позже АН СССР, друг В.И. Вернадского со студенческих лет 176

Омелянский Василий Леонидович (1867—1928) — русский микробиолог, акад. АН СССР (1923) 82, 88

Ортега-и-Гассет (Ortega y Gasset) Хосе (1883—1955) — испанский философ 191
Осборн (Osborn) Генри Ферфильд (1857—1935) — американский биолог и палеонтолог, иностр. чл.-корр. АН СССР (Росс. АН с 1923) 78, 194

Павлов Алексей Петрович (1854—1929) — русский геолог, акад. Российской АН (1916) 147, 175, 189, 190, 194, 230, 234, 237

Пайн (Pain) Ц. Х. 13

Пастер (Pasteur) Луи (1822—1895) — французский микробиолог, чл.-корр. (1884) и поч. чл. (1893) Петерб. АН 81—83, 88, 140, 178, 204

Пачосский, Пачоский (Paczoski) Иосиф (Юзеф) Конрадович (1864—1942) — польский биолог 46

Перфильев Борис Васильевич (1891—1969) — русский и советский микробиолог, ботаник 105

Петр I (1672—1725) — русский царь с 1682, российский император с 1721 144

Петрункевич А. 139

Петруччи (Petrucci) М. Б. 83

Пирль, Пирл (Pearl) Раймонд (1879—1940) — американский биолог, демограф и статистик 35

Платон (428 или 427 — 348 или 347 до н.э.) — древнегреческий философ 214

Пуше (Pouchet) Г. Феликс Архимед (1800—1872) — французский врач и натуралист 82

Помпекки (Pompecki) И. 22

Пфеффер (Pfeffer) Вильгельм Фридрих Филипп (1845—1920) — немецкий физиолог растений 72

Рассел (Russell) Генри Норрис (1877—1957) — американский астроном 13

Резерфорд (Rutherford) Эрнест (1871—1937) — английский физик, иностр. чл.-корр. Росс. АН (1922) и поч. чл. АН СССР (1925). Ноб. пр. (1908) 66

Рейнке (Reinke) Иоганн (1849 — ?) — немецкий ботаник 76

Рейнольдс (Reynolds) Д. — английский адвокат 245

Риман (Riemann) Георг Фридрих Бернхард (1826—1866) — немецкий математик 218

Рихтер (Richier) Герман Эбергард (1808—1876) — немецкий медик 137

Румянцев Николай Петрович (1754—1826) — русский государственный деятель, дипломат 245

Сен-Симон (Saint-Simon) Клод Анри де Руэрау (1760—1825) — французский социалист-утопист 180

Си (See) — американский астроном 138
Соловьев М. М. (1857—1941) — русский геолог 96

Стеффенс (Steffens) Хенрик (1773—1845) — датский поэт, натурфилософ и мыслитель 55

Тамман (Tammann) Густав Генрих (1861—1938) — немецкий физико-химик, иностр. чл.-корр. Петерб. АН (1912), поч. чл. АН СССР (1927) 82

Тейяр де Шарден (Teilard de Chardin) Пьер (1881—1955) — французский палеонтолог и философ 149, 180

Теофраст, Теофраст (наст. имя Тиртам) (372—287 до н.э.) — древнегреческий естествоиспытатель и философ 217

Тирринг (Tyrring) Ф. 66

Тиссандье (Tissandier) Гастон (1843—1899) — французский аэронавт 89

Томсон (Thomson) Джозеф Джон (1856—1940) — английский физик, иностр. чл.-корр. Петерб. АН (1913), иностр. поч. чл. АН СССР (1925). Ноб. пр. (1906) 12

Тютчев Федор Иванович (1803—1873) — русский поэт 8, 57

Уайтхед (Whitehead) Алфред Норт (1861—1847) — англо-американский математик, логик и философ 131

Уилдт (Wildt) Р. 243

Уилкс (Wilkes) Чарлз (1798—1877) — аме-

риканский исследователь Океании и Антарктики 245

Улугбек Мухаммед Тарагай (1394—1449) — узбекский ученый, астроном и математик 177

Уолластон (Wollaston) Уильям Хайд (1766—1828) — английский физик, химик и минералог 89

Уоллес (Wallace) Альфред Рассел (1823—1913) — английский натуралист 32, 120, 146

Уорд (Ward) М. 76

Фабри (Fabry) Шарль (1867—1949) — французский физик 87

Фарадей (Faraday) Майкл (1791—1867) — английский физик, химик и физико-химик, иностр. поч. чл. Петерб. АН (1830) 66, 204, 244

Фэйрчайлд (Fairchild) Ф. 152

Ферсман Александр Евгеньевич (1833—1945) — русский и советский минералог и геохимик, акад. АН СССР (1919) 179, 232, 244

Фесенков Василий Григорьевич (1889—1972) — советский астроном, акад. АН СССР (1935) 87

Фишер М. 29, 31

Флемминг (Flemming) М. 88

Хальдан (Haldan) Э. Джон Скотт (1860—1936) — английский физиолог и философ 131

Хатчинсон (Hutchinson) Джон (1887—1972) — английский ботаник 139, 245

Хингстон (Hingston) М. 89

Хьорт (Hjort) М. 96

Хлопин Виталий Григорьевич (1890—1950) — советский радиохимик, акад. АН СССР (1939) 82

Холодный Николай Григорьевич (1882—1953) — советский ботаник и микробиолог 76

Христен М. 82

Цеттнов (Zettnow) М. 82

Черчилль (Churchill) Уинстон Леонард Спенсер (1874—1965) — английский государственный деятель, премьер-министр Великобритании в 1940—45, 1951—55 гг. 150, 246

Чингизхан, Чингисхан (ок. 1155—1227) — основатель единого монгольского государства, полководец 204

Шаплей, Шепли (Shapley) Харлоу (1885—1972) — американский астроном 22

Шеврёль, Шеврель (Chevreul) Мишель Эжен (1786—1889) — французский химик-органик, иностр. чл.-корр. Петерб. АН (1853) 71

Шенбейн (Schönbein) Кристиан Фридрих (1799—1868) — немецкий химик 151

Шокальский Юлий Михайлович (1856—1940) — русский и советский океанограф, поч. член АН СССР (1939) 94

Шухерт (Schuchert) Чарльз (1858—1942) — немецкий геолог 22, 173, 189, 190, 237, 244

Эддингтон (Eddington) Артур Стенли (1882—1944) — английский астроном 66

Эйнштейн (Einstein) Альберт (1879—1955) — физик-теоретик, один из основателей современной физики, поч. чл. АН СССР (1926). Ноб. пр. (1921) 220

Эскомб Р. 49

Энгельман (Engelmann) Теодор Вильгельм (1843—1909) — немецкий естествоиспытатель 47

Эренберг (Ehrenberg) Кристиан Готфрид (1795—1876) — немецкий натуралист, зоолог и анатом, иностр. чл.-корр. (1829) и поч. чл. (1840) Петерб. АН 32

Эрстед (Ørsted) Ханс Кристиан (1777—1851) — датский физик, поч. чл. Петерб. АН (1830) 204

SUMMARY

This volume includes the classical Vernadsky's work "Biosphere", involving the overwhelming concept of the biosphere, its "organised character" connected with the same affinity of space as well as the probable ways of biospheric evolution. The lower and upper border of the biosphere is determined in relation to clustering and scattering of living matter. Two papers are considering the problems of evolution of living matter and evolution of species in biosphere.

The article "Biosphere and noosphere" is published in Russian for the first time and involves the concept of the transition of the biosphere to the noosphere as a new, high quality stage. The article presents a discussion on the differences of living and inert "natural bodies" in biosphere in terms of parameters of matter and energy. The transition of biosphere to the noosphere is presented as an inevitable evolutionary process.

Selected fragments from a number of published and unpublished works and comments of Vernadsky can illustrate his thoughts and considerations on the historical, philosophical and ethical aspects on the problem of biosphere evolution. The fragments are presented in chronological sequence and allows to trace the formation of Vernadsky's conviction on the inevitable creation of the noosphere as the "kingdom of intelligence" preventing the humanity on the holocaust.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Часть I	
БИОСФЕРА И НООСФЕРА	5
Биосфера	6
Эволюция видов и живое вещество	116
Начало жизни и живое вещество	132
Биосфера и ноосфера	139
Предисловие к американскому изданию	139
Биосфера	139
Ноосфера	145
Часть II	
ФРАГМЕНТЫ ИЗ НАУЧНЫХ ТРУДОВ, СТАТЕЙ, ПИСЕМ И ДНЕВНИКОВ В.И. ВЕРНАДСКОГО, ОТРАЖАЮЩИЕ ЗАРОЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЕГО ИДЕЙ О ПЕРЕХОДЕ БИОСФЕРЫ В НООСФЕРУ	151
1. Разум и труд человека как геологическая сила планеты	152.
2. Мысли о ноосфере:	178
Примечания и ссылки В.И. Вернадского	243
КОММЕНТАРИИ	247
ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ	255
SUMMARY	260

CONTENTS

Preface	3
Part I	
BIOSPHERE AND NOOSPHERE	5
Biosphere	6
Evolution of species and the living matter	116
Generation of life and the evolution of species	132
Biosphere and noosphere	139
Preface to the American edition	139
Biosphere	139
Noosphere	145
Part II	
FRAGMENTS OF SCIENTIFIC WORKS, REPORTS, LETTERS AND DIARIES ILLUSTRATING THE GENERATION AND DEVELOPMENT OF THE IDEA ON THE TRANSITION OF THE BIOSPHERE TO NOOSPHERE	151
1. Intelligence and work of humanity as a geological force	152
2. Thoughts on the noosphere	178
Authors comments	243
COMMENTS	247
NAME INDEX	255
SUMMARY	260

Научное издание

Вернадский Владимир Иванович

БИОСФЕРА И НООСФЕРА

Утверждено к печати

Ордена Ленина и ордена Октябрьской Революции

Институтом геохимии и аналитической химии

им. В.И. Вернадского

Художник

Ф.Н. Буданов

Художественный редактор

Н.Н. Михайлова

Технический редактор

Л.Н. Богданова

Корректор

В.П. Крылова

**Набор выполнен в издательстве
на электронной фотонаборной системе**

ИБ № 39658

**Подписано к печати 23.06.89. Т – 09893
Формат 60 X 90 1/16. Бумага офсетная № 1
Гарнитура Таймс. Печать офсетная
Усл.печл. 16,5 + 0,1 вкл. Усл.кр.-отт. 16,6
Уч.-издл. 19,6**

Тираж 3000 экз. Тип. зак. 1595. Цена 3 р 30 к.

**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, линия, 12**